

Aus dem Departement für Nutztiere (Direktor: Prof. Dr. Dr. h. c. U. Braun)  
und der Abteilung für Bildgebende Diagnostik (Prof. Dr. P. Kircher)  
der Vetsuisse-Fakultät Universität Zürich

---

Arbeit unter Leitung von Prof. Dr. Dr. h. c. U. Braun und PD Dr. S. Ohlerth

**Computertomographische Untersuchung des Abdomens von Kälbern  
von der Geburt bis zum Alter von 105 Tagen**

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung der Doktorwürde  
der Vetsuisse-Fakultät Universität Zürich

vorgelegt von  
**Charlotte Schnetzler**  
Tierärztin  
von Gächlingen, Schaffhausen

genehmigt auf Antrag von  
Prof. Dr. Dr. h. c. U. Braun, Referent  
PD Dr. S. Ohlerth, Korreferentin

Zürich, 2012

Aus dem Departement für Nutztiere (Direktor: Prof. Dr. Dr. h. c. U. Braun)  
und der Abteilung für Bildgebende Diagnostik (Prof. Dr. P. Kircher)  
der Vetsuisse-Fakultät Universität Zürich

---

Arbeit unter Leitung von Prof. Dr. Dr. h. c. U. Braun und PD Dr. S. Ohlerth

**Computertomographische Untersuchung des Abdomens von Kälbern  
von der Geburt bis zum Alter von 105 Tagen**

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung der Doktorwürde  
der Vetsuisse-Fakultät Universität Zürich

vorgelegt von  
**Charlotte Schnetzler**  
Tierärztin  
von Gächlingen, Schaffhausen

genehmigt auf Antrag von  
Prof. Dr. Dr. h. c. U. Braun, Referent  
PD Dr. S. Ohlerth, Korreferentin

Zürich, 2012

Meinen lieben Brüdern Moritz und Till

# INHALTSVERZEICHNIS

1. ZUSAMMENFASSUNG	4
2. SUMMARY	5
3. EINLEITUNG UND ZIELSETZUNG	6
4. LITERATURÜBERSICHT	8
4.1. Anatomie des Abdomens des Kalbes	8
4.1.1. Begrenzung der Bauch- und Beckenhöhle	8
4.1.2. Verdauungsapparat	8
4.1.2.1. Oesophagus	8
4.1.2.2. Magen	9
4.1.2.3. Entwicklung des Magensystems	11
4.1.2.4. Schlundrinne	12
4.1.2.5. Gekröse	12
4.1.2.6. Darm	12
4.1.3. Leber	13
4.1.4. Milz	14
4.1.5. Harnapparat	14
4.1.6. Nebennieren	15
4.1.7. Pankreas	15
4.1.8. Gefäße	15
4.1.9. Lymphatisches System	16
4.1.10. Nabel	16
4.2. Vergleichende Computertomographie und Querschnittanatomie	17
4.3. Anwendungen der Computertomographie im Bereich des Abdomens	17
4.3.1. Gastrointestinaltrakt	18
4.3.2. Leber	18
4.3.3. Milz	19
4.3.4. Harntrakt	19
4.3.5. Nebennieren	20
4.3.6. Pankreas	21
4.3.7. Fettgewebe	22
5. MATERIAL UND METHODIK	23
5.1. Untersuchte Tiere	23
5.2. Gesamtprojekt	23



5.3. Eigentliche Untersuchungen	23
5.4. Einstellprophylaxe	23
5.5. Haltung und Fütterung	24
5.6. Anästhesie für die computertomographische Untersuchung	25
5.6.1. Vorbereitung für die Anästhesie	25
5.6.2. Anästhesie der Kälber	25
5.7. Computertomographische Untersuchung	26
5.7.1. Untersuchungsablauf	26
5.7.2. CT-Einstellungen	27
5.7.3. Bildbearbeitung und Auswertung	27
5.7.4. Messungen im Abdomen	28
5.7.5. Multiplanare Rekonstruktion	28
5.7.6. Messungen im Knochenfenster	28
5.7.7. Messungen im Weichteilfenster	29
5.8. Euthanasie	41
5.9. Vergleich von CT-Bild und anatomischem Präparat	41
5.9.1. Vorbereitung der Kälber für die anatomische Untersuchung	41
5.9.2. Herstellung der anatomischen Schnitte	42
5.9.3. Vergleich der CT-Bilder mit den anatomischen Schnitten	42
5.10. Statistik	43
5.11. Zusammenarbeit mit anderen Instituten und Abteilungen der Universität Zürich	43
5.12. Tierversuchsbewilligung	43
6. ERGEBNISSE	44
6.1. Voruntersuchungen	44
6.1.1. Gesundheitszustand der Kälber im Verlaufe der 105 Tage	44
6.1.2. Pathologisch-anatomische Befunde	44
6.2. Computertomographische Befunde	44
6.2.1. Knochenfenster	44
6.2.2. Weichteilfenster	48
6.2.2.1. Oesophagus	48
6.2.2.2. Topographie der Mägen - Übersicht	49
6.2.2.3. Haube und Pansen	50
6.2.2.4. Haube	51
6.2.2.5. Pansen	52

6.2.2.6. Psalter	57
6.2.2.7. Labmagen	62
6.2.2.8. Schlundrinne	64
6.2.2.9. Darm	67
6.2.2.10. Leber	72
6.2.2.11. Gallenblase	76
6.2.2.12. Milz	79
6.2.2.13. Harnapparat	82
6.2.2.14. Nebennieren	94
6.2.2.15. Pankreas	97
6.2.2.16. Gefäße und Lymphknoten	98
6.3. Vergleich der CT-Aufnahmen mit den anatomischen Schnitten	103
6.3.1. Legende zu den Abbildungen	104
6.3.2. Querschnittanatomie des Abdomens eines 104 Tage alten Kalbes	108
6.3.3. Sagittalschnitt des Abdomens eines 103 Tage alten Kalbes	125
6.3.4. Dorsalschnitt des Abdomens eines 105 Tage alten Kalbes	130
7. DISKUSSION	136
7.1. CT-Befunde	136
7.1.1. Knochenfenster	136
7.1.2. Weichteilfenster	137
7.1.3. Ingestafenster	145
7.2. Vergleich der CT-Befunde mit den anatomischen Schnittpräparaten	145
7.3. Schlussbemerkungen	146
8. LITERATURVERZEICHNIS	148
9. DANKSAGUNG	
10. LEBENSLAUF	

## **1. Zusammenfassung**

In dieser Arbeit wurde das Abdomen von 5 gesunden männlichen Holstein-Friesiankälbern mit einem Mehrschicht-Computertomographen (CT) der siebten Generation untersucht. Die Untersuchung erfolgte am ersten oder zweiten, am 21., am 42., am 63., am 84. und am 105. Lebenstag in sternaler Lage in Allgemeinanästhesie. Dazu erfolgte eine Exposition von 120 kV und 270 mA im Weichteilalgorithmus (B20s). Es wurden eine native Studie und im Anschluss daran eine Studie nach Verabreichung eines Kontrastmittels durchgeführt. Durch die wiederholten Untersuchungen im Abstand von jeweils 21 Tagen konnte die Organentwicklung bildlich dargestellt werden. Direkt im Anschluss an die 6. CT-Untersuchung am 105. Lebenstag wurden die Kälber euthanasiert. Danach wurden die Tiere in Sterillage bei -18 °C eingefroren, um anatomische Schnittpräparate von 1.0 bis 3.0 cm Dicke in der transversalen, der sagittalen und der dorsalen Ebene zu gewinnen. In einer vergleichenden Gegenüberstellung der CT-Bilder mit den anatomischen Schnittbildern wurden die im CT-Bild identifizierten Strukturen beschriftet. Die Querschnittanatomie des Abdomens des 105 Tage alten Kalbes wurde in Form eines Bildatlas im Detail dargestellt. Darüber hinaus wurden durch die Längen- und Breitenvermessung sowie der Dichte- und Volumenbestimmung der abdominalen Strukturen in jedem Alter (Leber, Gallenblase, Milz, Pankreas, Magen-Darmtrakt, Harnapparat, Nebennieren, Gefäße und Lymphknoten) Normalwerte für die Kälber in Abhängigkeit vom Alter ermittelt. Die Ergebnisse stellen die Grundlage für die CT-Beurteilung des Abdomens von Kälbern dar.

## **2. Summary**

In this study, five clinically healthy, male, Holstein-Friesian calves underwent computed tomography (CT) of the abdomen using a seventh generation, multi-layer, CT scanner. The examinations were carried out on the first or second day of life and then on days 21, 42, 63, 84 and 105 after birth. Computed tomography was done with the calves in sternal recumbency and under general anaesthesia. An exposure of 120 kV and 270 mA in a soft-tissue algorithm (B20s) was used. A native study and a study after administration of intravenous contrast medium were carried out to illustrate the development of the organs in the abdomen. Immediately after the sixth CT-examination on day 105, the calves were euthanized, placed in sternal recumbency and frozen at -18 °C. Transverse, sagittal and dorsal slices of the abdomen with a thickness of 1.0 to 3.0 cm were prepared using a band saw. The CT images and anatomic slices were compared to confirm the identification of structures seen in the CT images. The images and anatomic slices were compiled to produce a detailed atlas of the cross-sectional anatomy of the abdomen of calves. It also incorporated age-dependent reference measurements (length, width, density and volume) obtained from CT images of the abdominal structures, including liver, gallbladder, spleen, pancreas, gastrointestinal tract, urinary tract, adrenal glands, blood vessels and lymph nodes. These measurements serve as a reference for normal when evaluating the abdomen of calves.

### **3. Einleitung und Zielsetzung**

Die Computertomographie (CT) stellt beim Menschen ein unentbehrliches diagnostisches Mittel dar, um abdominale Erkrankungen zu erkennen und entsprechend behandeln zu können. In der Veterinärmedizin wird die Computertomographie seit einigen Jahren erfolgreich eingesetzt. So werden bereits routinemässig Schädel, Nasenhöhle, Gehirn, Wirbelsäule, Becken und Extremitäten bei Klein- und Grosstieren mittels CT untersucht (ASSHEUER, 1997; OHLERTH und SCHARF, 2007; MIHALJEVIC et al., 2009; SCHWARZ und SAUNDERS, 2011). Viele Publikationen im Bereich des Abdomens bei Kleintieren zeigen den grossen zusätzlichen diagnostischen Wert auf, der weit über die Informationen der konventionellen Röntgentechnik und der sonographischen Untersuchung hinausgehen (MOE et al., 1997; TIDWELL et al., 1997; REICHLE et al., 2002; JAEGER et al., 2003; THOMPSON et al., 2003; SCHARF et al., 2004; NAKAMURA et al., 2005; STIEGER et al., 2007). Beim Nutztier und Pferd existieren erst wenige Veröffentlichungen zum zusätzlichen Nutzen dieses bildgebenden Verfahrens. Dabei bietet sich das Kalb wegen seiner Körpergrösse für die CT-Untersuchung geradezu an. Kälber können bis zu einer gewissen Grösse in toto untersucht werden. Bis heute sind allerdings erst wenige Fallberichte zur CT-Untersuchung des Abdomens von Kälbern erschienen (LEE et al., 2009). Die Computertomographie wurde bisher dazu verwendet, bestimmte Fragestellungen im Rahmen der klinischen Forschung zu beantworten (BECKER et al., 2011; TSOUSIS et al., 2010). Indikationen für eine computertomographische Untersuchung des Abdomens des Kalbes sind beispielsweise verschiedene Nabelerkrankungen wie Omphalitis, Omphalophlebitis, Omphalourachitis, Urachuszyste, Nabelhernie, im Weiteren Pansentrinken, Labmagenulkus, Enteritis, Leberabszess sowie Atresia coli oder Situs inversus. Aufgrund der zunehmenden Nachfrage zur genauen Evaluation bestimmter Krankheitsbilder in der Nutztiermedizin war es daher das Ziel dieser Arbeit, die normale Querschnittanatomie in Abhängigkeit

vom Alter zu beschreiben und damit die Grundlage für die computertomographische Beurteilung der abdominalen Organe von Kälbern zu erarbeiten.

## **4. Literaturübersicht**

### **4.1. Anatomie des Abdomens des Kalbes**

Die Anatomie und Topographie der Bauchhöhlen- und Beckenorgane des Rindes und des Kalbes wurden von verschiedenen Autoren beschrieben (BUDRAS et al., 2002; NICKEL et al., 2004, 2005; KÖNIG et al., 2005; POPESKO, 2007; SALOMON et al., 2008; ASHDOWN, 2010).

#### **4.1.1. Begrenzung der Bauch- und Beckenhöhle**

Die Begrenzung der Bauchhöhle erfolgt durch die geraden und schrägen Bauchmuskeln. Dorsal liegen die Brust- und Lendenwirbelsäule und das Sakrum. Die Bauchhöhle verläuft kranial als intrathorakaler Teil bis zum Zwerchfell und wird dorsal von den Brustwirbeln, lateral von den Rippen und ventral vom kaudalen Anteil des Brustbeins umgeben. Der kaudale Teil der Bauchhöhle liegt in der Beckenhöhle, die dorsal vom Kreuzbein und den ersten 3 bis 4 Schwanzwirbeln, ventral durch die Scham- und Sitzbeine und seitlich durch die Darmbeinsäulen umgeben wird. Der Beckenausgang wird dorsal durch die ersten 3 bis 4 Schwanzwirbel und seitlich durch das Ligamentum sacrotuberale latum, ventral durch die Sitzbeine und kaudal durch das von Muskulatur und Faszien gebildete Diaphragma pelvis begrenzt (NICKEL et al., 2004). Das Rind besitzt im Allgemeinen 12 bis 14 Brust-, 6 bis 7 Lenden- und 5 Kreuzwirbel (NICKEL et al., 2004).

#### **4.1.2. Verdauungsapparat**

##### **4.1.2.1. Oesophagus**

Im Grenzgebiet zwischen Pansen und Haube mündet der Oesophagus in eine trichterförmige zur Umgebung nur undeutlich abgegrenzte Bucht, den gemeinsamen Magenvorhof (NICKEL et al., 2004). Die Einmündung des Oesophagus liegt im 8. Interkostalraum (SALOMON et al., 2008).

#### **4.1.2.2. Magen**

Der mehrhöhlige Magen der Wiederkäuer setzt sich aus vier Abteilungen zusammen. Die ersten drei Anteile, der Pansen, die Haube und der Psalter, sind mit einer drüsenlosen, kutanen Schleimhaut ausgekleidet und stellen gemeinsam die Vormägen dar. Die vierte Abteilung des Wiederkäuermagens ist der Labmagen, welcher eine drüsenhaltige Schleimhaut aufweist (SALOMON et al., 2008). Nach der Geburt dominiert der Labmagen, da er als Einziger sofort seine Funktion aufnimmt. Mit der Umstellung von Milch auf pflanzliche Nahrung gewinnt der Pansen immer mehr an Grösse und fasst beim adulten Rind je nach Quelle zwischen 55 bis 100 Liter (NICKEL et al., 2004; SALOMON et al., 2008). Der Pansen füllt beim adulten Wiederkäuer den gesamten linken und teilweise auch den rechten Bauchraum aus (SALOMON et al., 2008). Die vier Magenabteilungen sind derart zueinander angeordnet, dass der Pansen links, die Haube kranial und der Psalter rechts liegen. Der Labmagen lagert auf der ventralen Bauchwand und schiebt sich nach links zwischen Haube und Pansen ein (NICKEL et al., 2004).

#### **Pansen**

Der Pansen des adulten Rindes füllt den Bauchraum zu einem erheblichen Teil aus. Er reicht auf der linken Bauchhöhleseite vom Zwerchfell, das beim Rind etwa auf Höhe der 8. Rippe ansetzt, bis zum Beckeneingang und kann mit seinem kaudovertralen Blindsack die rechte Flankengegend erreichen. In das Innere des Pansens ragen die Pansenpfeiler, welche den Pansen in verschiedene Abteilungen gliedern und von aussen als unterschiedlich tiefe Pansenfurchen sichtbar sind (SALOMON et al., 2008). Die beiden Längsfurchen teilen den Pansen in einen ventralen und einen dorsalen Pansensack. Vom dorsalen und ventralen Pansensack wird kaudal durch die dorsale und ventrale Kranzfurche je ein Blindsack abgegrenzt. Die kraniale Kranzfurche grenzt den Pansenvorhof vom restlichen dorsalen Pansensack ab. Der Pansenvorhof stellt den Übergang vom Pansen in die Haube dar und spielt bei der Rejektion des Futters eine entscheidende Rolle (NICKEL et



al., 2004). Die Pansenzotten vergrössern die Pansenoberfläche in ihrer Gesamtheit um das Siebenfache und dienen der Resorption von Nährstoffen. Die Pansenpfeiler und das Pansendach sind beim Rind zottenfrei (KÖNIG et al., 2005).

### **Haube**

Die Haube schiebt sich als kugeliges Organ zwischen das Zwerchfell und das kraniale Ende des ventralen Pansensacks. Sie liegt dem Brustbein im Bereich des 6. bis 9. Interkostalraums auf und grenzt rechtsseitig an Psalter, Labmagen und Leber. Links liegt sie direkt der Bauchwand und zum Teil der Milz an. Dorsal geht sie ohne eigentliche Grenze in den Pansenvorhof über, während sie ventral durch die sogenannte Pansenhaubenfurche vom Pansen abgegrenzt wird (NICKEL et al., 2004). Die Schleimhaut der Haube weist makroskopisch ein netzartiges, wabenförmiges Relief, die sogenannten Haubenleisten, auf (KÖNIG et al., 2005).

### **Psalter**

Der Psalter des Rindes hat eine kugelige Gestalt und liegt ventral im intrathorakalen Abschnitt der Bauchhöhle. Er schiebt sich rechts paramedian zwischen den links liegenden ventralen Pansensack und die Leber sowie die rechte Bauchwand ein. Der Psalter liegt auf Höhe des 8. bis 10. Interkostalraums und steht über die Hauben-Psalteröffnung mit der Haube und durch die Psalter-Labmagenöffnung mit dem Labmagen in Verbindung (KÖNIG et al., 2005). Am Psalter wird die lange Krümmung mit konvexem Rand von der kürzeren Basis unterschieden, welche mit dem Labmagen und der Haube verwachsen ist. Die Krümmung und die Basis umschliessen den Psalterkörper (SALOMON et al., 2008). Beim Rind werden 90 bis 130 grosse und dazwischen mittlere, kleine und kleinste mondsichelförmige Psalterblätter unterschieden, die von der Psalterkrümmung ins Organinnere reichen (NICKEL et al., 2004). An der Psalterbasis bleibt eine Rinne, die Psalterrinne, frei (KÖNIG et al., 2005).

## **Labmagen**

Der Labmagen besteht aus Fundus, Corpus und Pylorus (SALOMON et al., 2008). Er liegt kaudal der Haube und rechts des Pansens auf der ventralen Bauchwand und überschreitet die Medianebene von links kranial nach rechts kaudal. Der stark verjüngte Pylorusteil des Labmagens liegt der rechten Bauchwand an, biegt sich im Bereich des rechten Rippenbogens nach dorsal auf und geht in das Duodenum über (NICKEL et al., 2004; SALOMON et al., 2008). Die Lage des Labmagens ist nicht stabil, da er lediglich an seinem Ein- und Ausgang gut befestigt ist (SALOMON et al., 2008).

### **4.1.2.3. Entwicklung des Magensystems**

Kurz post partum übertrifft der Labmagen die drei Vormägen an Grösse (KRESSIN, 2011). Er übernimmt seine Funktion, nämlich die Verdauung der Milch, unmittelbar nach dem ersten Saugakt. Seine Struktur ist derjenigen des erwachsenen Tieres schon sehr ähnlich; sein Fassungsvermögen kann bereits über 60 % des Labmagenvolumens adulter Rinder erreichen (KÖNIG et al., 2005). Das Fassungsvermögen des Labmagens beträgt am ersten Lebenstag etwa 2 Liter, während dasjenige des Pansens und der Haube zusammen 0.75 Liter ausmachen (NICKEL et al., 2004). Erst im Alter von zwei bis drei Wochen setzen beim Kalb in Pansen und Haube nach Aufnahme fester Nahrungsbestandteile erhebliche Wachstums- und Proliferationsvorgänge ein. Ab diesem Zeitpunkt beginnt die Ausbildung des Innenprofils der Vormägen mit der Entwicklung organspezifischer Zotten (Pansen) und Leisten (Haube) (KÖNIG et al., 2005). In der 8. Lebenswoche ist der Labmagen ähnlich gross wie der Pansen (NICKEL et al., 2004). Die definitive Ausformung von Topographie und Proportionen der Magenkammern wird je nach Nahrungsangebot erst nach drei Monaten bis einem Jahr abgeschlossen (KÖNIG et al., 2005). Beim adulten Rind macht das Pansenvolumen ca. 80 % des gesamten Magenvolumens aus, auf die Haube entfallen 5 %, auf den Psalter 8 % und auf den Labmagen 7 % (SALOMON et al., 2008).

#### **4.1.2.4. Schlundrinne**

Als Schlundrinnenreflex wird die reflektorisch ausgelöste, spiralige Drehung der beiden Haubenlippen bei gleichzeitiger Relaxation der Hauben-Psalteröffnung bezeichnet. Der Reflex ermöglicht einen funktionellen Bypass zwischen Oesophagus und Labmagen, sodass die Milch unter Umgehung der Vormägen in den Labmagen gelangt (KASKE, 2009). Es wird vermutet, dass visuelle, auditive und olfaktorische Reize den Schlundrinnenreflex auslösen (ABE et al., 1979; KASKE, 2009).

#### **4.1.2.5. Gekröse**

Die Ansatzlinie des kleinen Netzes zieht entlang der kleinen Krümmung des Labmagens und weiter über die Basis des Psalters bis ans Duodenum und an die Leberpforte. Die Ansatzlinie des grossen Netzes verläuft vom Hiatus oesophageus entlang der rechten Pansenlängsfurche über die kaudale Querrfurche zur linken Pansenlängsfurche, zur grossen Krümmung des Labmagens und schliesslich zur Pars cranialis sowie zur Pars descendens des Duodenums. Der ventrale Pansensack wölbt sich weit in die Netzbeutelhöhle vor (KÖNIG et al., 2005).

#### **4.1.2.6. Darm**

Der Darm besteht aus dem Dün- und dem Dickdarm und ist beim Rind 33 bis 63 Meter lang (NICKEL et al., 2004). Der Dünndarm besteht aus Duodenum, Jejunum und Ileum (KÖNIG et al., 2005). Sämtliche Abschnitte sind durch ein dorsales Gekröse mit der dorsalen Bauchwand verbunden. Aus dem Pylorus zieht die Pars cranialis duodeni zur rechten Bauchwand, schlägt sich dort als Flexura duodeni cranialis s-förmig nach kaudal um, zieht als Pars descendens duodeni bis zum Tuber coxae und schlägt sich dort zur Mitte hin um. Die Umschlagsstelle, Flexura duodeni caudalis, umschliesst kaudal die kraniale Gekrösewurzel und verläuft als Pars ascendens duodeni nach kranial und geht in das Jejunum über. Das Ende des Duodenums wird durch den kranialen Rand der Plica duodenocolica markiert

(KÖNIG et al., 2005). Das Jejunum ist der längste Abschnitt des Dünndarms und liegt beim Rind rechts in der Bauchhöhle im Recessus supraomentalis des grossen Netzes. Ihm folgt das Ileum als letzter und kürzester Dünndarmabschnitt, welcher als Anteil definiert ist, an dem antimesenterial die Plica ileocaecalis befestigt ist (KÖNIG et al., 2005).

Der Dickdarm umfasst das Zäkum, das Colon und das Rektum. Das Zäkum ist relativ klein, leicht s-förmig gekrümmt und liegt rechts der Medianebene. Sein blindes Ende zeigt zum Eingang der Beckenhöhle (KÖNIG et al., 2005). Aus dem Zäkum geht die s-förmige Ansa proximalis des Colon ascendens hervor. Die Colonscheibe ist der Gekröseplatte von links aufgelagert. Die Ansa distalis als letzter Teil des Colon ascendens geht ins Colon transversum und in das meist im Fett eingelagerte Colon descendens über. Am Übergang zum Rektum findet sich eine s-förmige Schlaufe (KÖNIG et al., 2005).

#### **4.1.3. Leber**

Die Leber liegt rechts im rippengeschützten Bereich des Abdomens (KÖNIG et al., 2005). Sie wird in den rechts dorsal liegenden Lobus hepatis dexter und den links ventral liegenden Lobus hepatis sinister eingeteilt. Dazwischen liegen kaudal der Lobus quadratus und kranial der Lobus caudatus. Zwischen dem Lobus quadratus und dem Lobus hepatis dexter liegt die Gallenblase. Die Leber grenzt mit der konvexen Parietalfläche an das Zwerchfell und mit der konkaven Viszeralfläche an Haube, Psalter und rechte Niere. Ihre Lage wird massgeblich durch die Vormägen beeinflusst. Je grösser die Vormägen sind, desto mehr wird die Leber nach rechts verdrängt (NICKEL et al., 2004). Die V. cava caudalis entspringt dem Leberparenchym auf halber Höhe und zieht am kranialen Rand der Leber nach dorsal. Die V. portae entspringt dem Parenchym ebenfalls auf halber Höhe und verläuft organmittig nach kaudodorsal. Die Gallenblase hat beim Rind eine gedrungene, birnenförmige Gestalt und kann Faustgrösse erreichen (NICKEL et al., 2004).

#### **4.1.4. Milz**

Die Milz liegt links kaudal des Zwerchfells auf Höhe des Rippenbogens. Beim Rind grenzt sie an die Kranialfläche der Haube, den dorsalen Pansensack und das Zwerchfell. Sie ist mit dem Pansen und dem Zwerchfell bindegewebig verwachsen und daher nicht verschieblich. Die Form der Milz gleicht der eines breiten Riemen und liegt annähernd vertikal (KÖNIG et al., 2005). Der Hilus beschränkt sich auf eine kleine Stelle an der Facies visceralis am Dorsalende, nahe des Kranialrandes. Beim erwachsenen Rind besitzt die Milz eine Länge von 41 bis 50 cm, eine Breite von 11 bis 14.5 cm und eine Dicke von 2 bis 3 cm (NICKEL et al., 2004).

#### **4.1.5. Harnapparat**

Die beidseits retroperitoneal gelegenen Nieren des Rindes sind gefurcht und mehrwarzig. Beim adulten Tier ist die linke Niere 19 bis 25 cm und die rechte 18 bis 24 cm lang. Die rechte Niere liegt sagittal in der Impressio renalis der Leber und reicht von der 13. Rippe bis zum 3. Lendenwirbel. Ventral bekommt sie Kontakt mit dem Pankreas, dem Colon und dem Blinddarm. Dorsal ist sie bindegewebig mit dem Zwerchfellpfeiler und der Lendenmuskulatur verwachsen. Die linke Niere liegt grösstenteils kaudal der rechten auf Höhe des 2. bis 5. Lendenwirbels. An ihrem fettreichen Gekröse hängt sie frei in die Bauchhöhle hinein und wird vom dorsalen Pansensack nach rechts über die Medianebene geschoben, wobei sie sich dem Darmkonvolut anlegt. Mit der Verschiebung nach rechts erfolgt auch eine Drehung um ihre Längsachse um 45 ° und mehr, sodass der Hilus nach dorsal verlagert wird. Der rechte Ureter verläuft retroperitoneal und tritt von dorsal an der Grenze zwischen Collum und Corpus in die Harnblase ein. Der linke Ureter verläuft zuerst rechts der Medianebene neben der Niere, dann ventral des rechten Ureters und schliesslich nach kaudal zur Harnblase. Diese, auf dem Becken liegend, ist langgestreckt und überragt den Schambeinkamm bereits bei mässiger Füllung (NICKEL et al., 2004).

#### **4.1.6. Nebennieren**

Die Nebennieren sind paarig entwickelt und finden sich beidseits medial nahe den kranialen Nierenpolen. Die rechte Nebenniere liegt auf Höhe der letzten Rippe dicht hinter der Leber und weist eine herzförmige Gestalt auf. Sie grenzt ventral an die V. cava caudalis und medial an die Aorta. Die linke Nebenniere liegt links der V. cava caudalis und schmiegt sich mit dem medialen Rand der Aorta an. Sie ist auf Höhe des ersten Lendenwirbels zu finden und besitzt eine unregelmässige, bohnenförmige Gestalt. Die Nebennieren besitzen eine durchschnittliche Länge von 4 bis 6 cm und eine Breite von 2 bis 3.5 cm (NICKEL et al., 2004).

#### **4.1.7. Pankreas**

Das Pankreas besitzt einen kleineren linken und einen grösseren rechten Schenkel. Die beiden Schenkel sind durch ein schmales Mittelstück, den Pankreaskörper, miteinander verbunden. Sie bilden ein nach kaudal offenes U, in welchem die V. portae verläuft. Der linke Pankreasschenkel liegt zwischen dem dorsalen Pansen-sack und dem linken Zwerchfellpfeiler und erreicht so auch den kaudalen Rand der Milz, den Pansen und das Zwerchfell. Das Mittelstück sowie der rechte Lappen legen sich der Leber und dem Dorsalrand des Psalters auf. Nach kaudodorsal grenzt das Pankreas an die rechte Niere und legt sich mit der kaudoventralen Seite den Dünndarmschlingen sowie dem Colon transversum auf. Der rechte Schenkel des Pankreas befindet sich stets im Gekröse der Pars descendens duodeni. Er reicht bis auf Höhe des 2. bis 4. Lendenwirbels und wird demnach als Duodenal-schenkel bezeichnet. Beim erwachsenen Rind wiegt das Pankreas durchschnittlich 550 Gramm (NICKEL et al., 2004).

#### **4.1.8. Gefässe**

Die Aorta ist kranial links der V. cava caudalis und dorsal dem Ductus thoracicus sowie der inneren Lendenmuskulatur benachbart. Aus der Aorta gehen segmental die Aa. lumbales hervor. Für die Versorgung der Bauchhöhleingeweide entsen-

det die Aorta abdominalis unpaar die A. coelica auf Höhe des ersten Lendenwirbels, die A. mesenterialis cranialis auf Höhe des zweiten Lendenwirbels und die A. mesenterialis caudalis auf Höhe des 6. Lendenwirbels. Für die Nieren gehen auf Höhe des zweiten oder dritten Lendenwirbels beidseits die Aa. renales ab. Im Bereich des letzten Lendenwirbels erfolgt die Endaufteilung beidseits in die A. iliaca interna und die A. externa sowie in die unpaare A. sacralis mediana.

Die V. cava caudalis entspringt auf Höhe des ersten Kreuzwirbels kaudal beidseits aus den beiden Vv. iliaca communes und der unpaarig angelegten V. sacralis mediana. Die Vene verläuft ventral der Wirbelsäule, unmittelbar rechts benachbart zur Aorta abdominalis nach kranial und nimmt dabei die Eingeweidevenen – die V. testicularis, die Vv. suprarenales, die Vv. renales und die Vv. hepaticae – auf. Auf Höhe der Leber zieht die V. cava caudalis nach ventral über den Margo dorsalis der Leber und senkt sich an der Facies diaphragmatica in das Lebergewebe ein. Durch das Centrum tendineum des Zwerchfells zieht die Vene nach kranial. Das Blut des Gastrointestinaltrakts sammelt sich in der V. portae, welche in der Leber in die Vv. hepaticae und schliesslich in die V. cava caudalis übergehen (NICKEL et al., 2005).

#### **4.1.9. Lymphatisches System**

Im Bereich der Aortenaufzweigung liegt das Lymphocentrum iliosacrale. Seine Lymphknoten, besonders die länglichen Lnn. iliaci mediales, sind durch ihre Grösse gut identifizierbar (NICKEL et al., 2005).

#### **4.1.10. Nabel**

Die Nabelforte bezeichnet eine ringförmige Öffnung in der Linea alba. Die Nabelarterien und der Urachus ziehen sich sofort nach der Geburt ins Abdomen zurück, während die Überreste der Nabelvenen im Hautnabel verbleiben. Die beiden Nabelvenen vereinigen sich auf Höhe der Nabelforte zu einer Nabelvene, welche zur Leber zieht (NICKEL et al., 2005).

## **4.2. Vergleichende Computertomographie und Querschnittanatomie**

Anatomische Körperschnitte bilden eine wichtige Grundlage, um auf CT-Bildern die anatomischen Strukturen zu identifizieren (ZÖGgeler et al., 2002). Bereits 1980 wurde eine Ganzkörper-CT-Studie des Hundes veröffentlicht, in der euthanasierte Tiere im CT untersucht und mit den anschliessend angefertigten Gefrierschnitten verglichen wurden (FIKE et al., 1980). Weitere Arbeiten, in denen die CT-Bilder mit anatomischen Körperschnitten verglichen wurden, liegen für den Hund von SMALLWOOD und GEORGE (1992; 1993), ZÖGgeler et al. (2002), TEIXEIRA et al. (2007), RIVERO et al. (2009), für die Katze von SAMII et al. (1998) und für die Ziege von BRAUN et al. (2011) vor.

## **4.3. Anwendungen der Computertomographie im Bereich des Abdomens**

Mittels Computertomographie entstehen überlagerungsfreie, multiplanare Bilder mit einer hohen Auflösung und einem guten Weichteilkontrast, insbesondere im Knochen- und Lungenbereich (HOUNDSFIELD, 1973; SAMII et al., 1998). Mittels intravenöser Verabreichung von Kontrastmitteln kann der Verlauf von Gefässen sichtbar gemacht werden. Das Ausmass der Kontrastmittelanreicherung erlaubt eine Aussage über die Perfusion eines Organs. Ein computertomographischer Untersuchungsgang des Abdomens dauert wenige Minuten, sodass eine Allgemeinanästhesie von lediglich 15 bis 30 Minuten ausreicht. Um eine auswertbare vergleichbare Studie zu erhalten, ist es unerlässlich, die Patienten standardisiert zu positionieren (RIVERO et al., 2009). Die Computertomographie wurde beim Kleintier in den späten 70er Jahren des letzten Jahrhunderts das erste Mal für experimentelle Zwecke durchgeführt. Heute stehen multiple Nachschlagewerke und Bildatlanten für den Hund und die Katze zur Verfügung (FEENEY, 1991; ASSHEUER, 1997; TEIXERRA et al., 2007; MIHALJEVIC et al., 2009; VIGNOLI et al., 2011). Auch bei den Nutztieren wird die CT-Untersuchung immer häufiger eingesetzt (LEE et al., 2009; NUSS et al., 2011). Vor kurzem wurde ein CT-Atlas des Abdomens von Ziegen veröffentlicht (IRMER, 2010). Beim



adulten Rind können auf Grund der Grösse nur die Extremitäten, der Kopf und der Hals gescannt werden.

#### **4.3.1. Gastrointestinaltrakt**

Beim Kleintier wird die CT-Untersuchung zur Diagnose von Neoplasien (VIGNOLI et al., 2011), gastrointestinalen Missbildungen (KRAMER, 2007; KOOK et al., 2010), Fremdkörpern (HYLANDS, 2005) und Perforationen des Gastrointestinaltrakts (HYLANDS, 2005), verwendet. Beim adulten Lama stellt die Computertomographie das Mittel der Wahl zur Untersuchung des Gastrointestinaltrakts dar (VAN HOOGMOED et al., 1998). Bei der Ziege wurde über die Darstellung von Bezoarsteinen in den Vormägen berichtet (IRMER, 2010). Für das Fohlen sind der Autorin keine Berichte über die CT-Untersuchung des Abdomens bekannt.

#### **4.3.2. Leber**

Bei Schaf und Ziege kann eine Fasziolose mittels CT anhand von typischen fokalen, hypodensen Leberveränderungen diagnostiziert werden, wobei eine computertomographisch unauffällige Leber nicht als Ausschlusskriterium angesehen werden darf (GONZALO-ORDEN et al., 2003; IRMER, 2010). Selten kann der grosse Leberegel mittels CT gesehen werden (GONZALO-ORDEN et al., 2003). Beim Hund können computertomographisch Leberzysten diagnostiziert werden, welche einen Hinweis für das Vorliegen einer alveolären Echinokokkose darstellen (SCHARF et al., 2004). Bei der Katze kann mittels Dichtemessung der Leber eine feline hepatische Lipidose diagnostiziert werden (NAKAMURA et al., 2005). Bei Verdacht auf eine Lebergefässmissbildung kann eine Zweiphasen-Angiographie (THOMPSON et al., 2003) oder eine Volumenmessung (STIEGER et al., 2007) durchgeführt werden. Intra- oder extrahepatische Shunts können direkt (FRANK et al., 2003; ZWINGENBERGER und SCHWARZ, 2004; BERTOLINI et al.,

2006) oder indirekt durch das Berechnen eines zu geringen Lebervolumens erkannt werden (VAN BREE, 1989).

#### **4.3.3. Milz**

Beim Hund können durch die Ermittlung der Milzdichte im CT maligne und nicht-maligne Milzmassen unterschieden werden. Maligne Massen, wie das Hämangiosarkom, das Fibrosarkom und das maligne Histiozytom, weisen vor und nach der Kontrastmittelgabe eine geringere Dichte auf als nicht-maligne Massen, wie beispielsweise ein Hämatom oder eine noduläre Hyperplasie. Akute Hämatome können ohne Kontrastmittelverabreichung auf Grund ihrer Dichte nicht vom Milzparenchym unterschieden werden (FIFE et al., 2004). Die computertomographische Untersuchung erweist sich beim Hund als hilfreich zur Diagnose einer Milztorsion, die mittels Ultraschall und Röntgen schwer diagnostizierbar ist. Im CT kann ein vergrößertes und korkenzieherartig gewundenes Organ, das von wenig freier Flüssigkeit umgeben ist, gesehen werden (PATSIKAS, 2001).

#### **4.3.4. Harntrakt**

Beim Fohlen können renale Missbildungen wie eine Hypoplasie und eine Dysplasie mittels bildgebender Schnittbildverfahren erkannt werden (GULL et al., 2001). Bei Katzen kommen häufig mehrfach angelegte Vv. renales vor. Mittels CT konnte gezeigt werden, dass die linke Niere signifikant häufiger von dieser Gefäßanomalie betroffen ist als die rechte (CÁCERES et al., 2008). Am lebenden Tier bietet die Computertomographie die beste Methode zur Volumenbestimmung der Niere. In Untersuchungen mit Hunden und Schweinen wurde in Transversalschnitten das Volumen berechnet und mit dem effektiven Volumen der Nieren nach operativer Entfernung verglichen. Die extrahierten Nieren wiesen ein um 2.9 bzw. 3.9 % geringeres Volumen als das berechnete auf. Als Erklärung wurden die fehlende Durchblutung und der fehlende Urin in den entnommenen Organen genannt (LERMAN et al., 1990; KIM, 2004). Die glomeruläre Filtrationsrate kann mittels

dynamischer CT eines Nierenareals eruiert werden (O'DELL-ANDERSON et al., 2006). Das hereditäre renale Zystadenokarzinom des Deutschen Schäferhunds kann mittels Computertomographie des Harntraktes frühzeitig erkannt werden, sodass betroffene Tiere von der Zucht ausgeschlossen werden können (MOE und LIUM, 1997). Auch bei Katzen kann die autosomal dominante „Zystenniere“ mittels CT in einem Frühstadium diagnostiziert werden (REICHLE et al., 2002). Nierenzysten stellen sich in der Computertomographie rund, klar abgegrenzt und mit geringer Dichte dar (YAMAZOE et al., 1994; REICHLE et al., 2002). Mittels bildgebender Verfahren ist eine Differenzierung von tumorösem und nicht-tumorösem Gewebe der Nieren möglich (YAMAZOE et al., 1994). Einen Hinweis für eine einseitige Nephrozirrhose bei der Ziege liegt vor, wenn eine ausgeprägte Grössendifferenz zwischen den beiden Nieren gesehen werden kann und die kleinere Niere eine unregelmässige Oberfläche aufweist (IRMER, 2010). Mittels CT konnte bei einer Ziege auch ein Fall von einer tubulären Nephrokalzinose diagnostiziert werden (IRMER, 2010).

Der Verlauf der Ureteren kann nur nach Applikation von Kontrastmittel zuverlässig beurteilt werden (FIKE et al., 1980). Bei einem juvenilen Lama gelang die Diagnose eines ektopischen Ureters, welcher die Blase umging und im kaudalen Anteil des Beckens identifiziert werden konnte. Der Eintritt des Ureters in die Vagina konnte nicht erfasst werden (VAN HOOGMOED et al., 1997). Mit Hilfe einer Kontrastmittel-Urographie gelang bei Hunden die Darstellung des Uretereintritts in die Blase in 83 % von 12 Fällen (ROZEAR und TIDWELL, 2003).

#### **4.3.5. Nebennieren**

Die Nebennieren können beim Hund mittels Computertomographie zuverlässig aufgefunden werden. Sie stellen sich im Transversalschnitt oval, rund oder dreieckig und mit einer höheren Dichte als das umliegende Fett dar (EMMS et al., 1986; VOORHOUT et al., 1990; TIDWELL et al., 1997; ROSENSTEIN, 2000; BERTOLINI et al., 2008). Die rechte Nebenniere liegt medial des rechten krania-

len Nierenpols, dorsolateral der V. cava caudalis. Die linke Nebenniere kann medial des linken kranialen Nierenpols, ventrolateral der Aorta, identifiziert werden (TIDWELL et al., 1997). Die mittels CT eruierten Durchmesser der beiden Organe stimmen mit den postmortal eruierten überein (VOORHOUT et al., 1990). Nebennierenmassen, wie beispielsweise das Phäochromozytom (ROSENSTEIN, 2000), können mit Hilfe der CT ebenfalls erkannt werden. Dabei können jedoch benigne nicht von malignen Massen unterschieden werden. Ein Einbruch einer Nebennierenneoplasie in die umliegenden Gefässe ist jedoch für ein malignes Geschehen verdächtig (TIDWELL et al., 1997) und kann mit einer Genauigkeit von 95 % erkannt werden (SCHULTZ et al., 2009). Die Nebennieren von Hunden mit einem Hyperadrenokortizismus weisen ein signifikant grösseres Volumen als diejenigen von gesunden Hunden auf (BERTOLINI et al., 2008).

#### **4.3.6. Pankreas**

Das Pankreas kann bei Hunden, Katzen und Schweinen computertomographisch dargestellt werden (PROBST et al., 1998; PROBST und KNEISSL, 2001; HEAD et al., 2003). Bei adipösen Tieren ist das Pankreas aufgrund des umliegenden Fettgewebes deutlich abgrenzbar. Die meist fatal verlaufende nekrotisierende Pankreatitis beim Hund zeigt sich durch ein vergrössertes Pankreas mit einer hypodensen Region, die keine Kontrastmittelanreicherung aufweist (HESS et al., 1999). Das umgebende mesenteriale Gewebe ist schlecht abgrenzbar und lokal von freier Flüssigkeit umgeben. Benachbarte Organe wie Leber und Milz können Infarkte, Thromben und Hämorrhagien aufweisen, die nach Kontrastmittelgabe sichtbar werden (JAEGER et al., 2003). Charakteristisch für die Pankreatitis der Katze ist eine Pankreasvergrösserung mit einer inhomogenen Kontrastmittelanreicherung, wobei das umliegende, entzündete Gewebe eine starke Kontrastmittelanreicherung zeigt (HEAD et al., 2005). Insulinome zeigen sich bei Hunden im nativen CT-Bild als hypodense Knoten (ISERI et al., 2007; MAI und CÁCERES, 2008).

#### **4.3.7. Fettgewebe**

Bei Hunden wurde die Computertomographie genutzt, um das viszerale und das subkutane Fett zu bestimmen (ISHIOKA et al., 2005). Dabei konnte gezeigt werden, dass im Bereich der Lendenwirbelsäule mehr Fett eingelagert wird als im Bereich der Rippen (ISHIOKA et al., 2005). Für die Diagnose eines infiltrativen Lipoms stellt die Computertomographie das idealste diagnostische Hilfsmittel dar (McENTEE und THRALL, 2001). Das Lipom stellt sich homogen und hypodens zum restlichen Weichteilgewebe dar und reichert kein Kontrastmittel an, was die Abgrenzung von betroffenem und gesundem Gewebe vereinfacht (ISHIOKA et al., 2005; HAMMOND und REGAN, 2008; REBSAMEN et al., 2010).

## **5. Material und Methodik**

### **5.1. Untersuchte Tiere**

Die Untersuchungen wurden zwischen dem 9. April 2010 und dem 25. Mai 2011 an insgesamt 5 männlichen Holstein-Friesian-Kälbern durchgeführt. Die Kälber waren maximal 48 Stunden alt und wurden aus 3 Betrieben zugekauft. Sie waren klinisch gesund und wiesen ein Körpergewicht zwischen 33.5 und 55 kg ( $47.9 \pm 8.95$  kg) auf.

### **5.2. Gesamtprojekt**

Die Kälber wurden für verschiedene Studien verwendet, welche von mehreren Doktoranden und Post-Doktoranden durchgeführt wurden. Eine Übersicht über das Gesamtprojekt findet sich in der Dissertation KRÜGER (2012).

### **5.3. Eigentliche Untersuchungen**

Die klinische Untersuchung, die Blut-, Harn-, Pansensaft- und Kotuntersuchung wurden zusammen mit den Doktoranden Sonka Krüger und Maximilian Abé durchgeführt und von KRÜGER (2012) im Detail beschrieben.

### **5.4. Einstellprophylaxe**

Als Einstellprophylaxe erhielt jedes Kalb einmalig spezifische anti-*E. coli* und polyvalente Immunglobuline in einer Dosierung von 50 mg (0.5 ml/kg KG, Locatim plus ad us. vet.<sup>®</sup>, Biokema SA, Crissier), Vitamine A, D<sub>3</sub>, E (5 ml, Aqua-Vit<sup>®</sup>, Werner Strickler AG, Zollikofen), Selen/E 1 ml pro 5 kg KG (Tocoselenit<sup>®</sup>, Dr. E. Graeb AG, Bern) parenteral nach dem Eintritt ins Tierspital Zürich. Zusätzlich wurde nach dem Zukauf Danofloxacin (Advocid<sup>®</sup> 2.5 %, Pfizer AG, Zürich) in einer Dosierung von 1 ml pro 20 kg KG unmittelbar nach dem Zukauf über 5 Tage verabreicht. Als begleitende Massnahme wurden über die ersten zehn Tage täglich 500 ml aufgetautes Kolostrum zugetränkt. Das Kolostrum war von der Mutter des

Kalbes abgemolken und vom Vorbesitzer zusammen mit dem Kalb gebracht worden, wo es dann in Portionen à 500 ml eingefroren wurde.

### 5.5. Haltung und Fütterung

Die Kälber wurden täglich klinisch untersucht. Sie wurden auf Stroh, in den ersten Lebenstagen in Einzelboxen, ab 12 Wochen angebunden auf einem Läger gehalten. Falls es die Witterung zuliess, wurde täglicher Auslauf ins Freie gewährt. Die Fütterung erfolgte dreimal täglich mit Milch in einer Menge von 12 % des Körpergewichts (Tab. 1). Aus diesem Grund wurden die Tiere zweimal pro Woche gewogen und die vertränkte Milchmenge wurde laufend angepasst. Die maximale Menge betrug 8 Liter pro Kalb und Tag. Am 63. Lebenstag wurde die Milch abgesetzt. Während der gesamten Versuchsdauer wurden Heu, wenig Kälberaufzuchtfutter (Getreidemischung Ufa-Aufzuchtfutter, UFA AG, Zollikofen), Stroh und Wasser ad libitum zur Verfügung gestellt. Ab einem Alter von einem Monat wurde zusätzlich Silage verfüttert.

Tab. 1: Tag der Untersuchung, Gewicht und Tränkemenge ( $\bar{x} \pm s$ , Schwankungsbreite in Klammern)

Untersuchung	Lebenstag	Gewicht (kg)	Milchmenge (l)
1	$1.4 \pm 0.55$ (1 - 2)	$47.9 \pm 8.95$ (33.5 - 55)	$1.7 \pm 0.50$ (1.0 - 3.0)
2	$20.8 \pm 1.10$ (19 - 22)	$58.9 \pm 12.38$ (38 - 70.5)	$2.2 \pm 0.27$ (2.0 - 3.0)
3	$41.8 \pm 1.10$ (40 - 43)	$83.4 \pm 14.71$ (60 - 98)	$2.6 \pm 0.42$ (2.0 - 3.0)
4	$62.8 \pm 1.10$ (61 - 64)	$103.4 \pm 14.06$ (82 - 116)	$2.6 \pm 0.44$ (2.0 - 4.0)
5	$83.8 \pm 1.10$ (82 - 85)	$117 \pm 19.30$ (90 - 138.5)	Keine Milch mehr
6	$103 \pm 2.35$ (99 - 105)	$129.2 \pm 16.35$ (104 - 146)	Keine Milch mehr

## **5.6. Anästhesie für die computertomographische Untersuchung**

### **5.6.1. Vorbereitung für die Anästhesie**

Die CT-Untersuchung erfolgte zur Vermeidung von Bewegungsunschärfe stets in Allgemeinanästhesie. Am Vortag wurde jedem Tier ein Verweilkatheter (BD Angiocath<sup>TM</sup> 14 GA, BD Medical, Utah, USA) oder eine Vygonüle T (Synmedic AG, Zürich) in die Jugularvene gelegt. Die Kälber wurden vor der Allgemeinanästhesie nicht gefastet, um Normalwerte des Verdauungstraktes zu erfassen.

### **5.6.2. Anästhesie der Kälber**

Die Narkose wurde mit Midazolam (0.3 mg/kg KG, Dormicum<sup>®</sup> Ampullen, Roche, Basel) und Ketamin (3 mg/kg KG, Narketan<sup>®</sup>, Vétoquinol AG, Ittigen) intravenös eingeleitet. Danach wurden die Tiere in sternaler Position auf dem CT-Tisch abgelegt und intubiert. Bei ungenügender Anästhesietiefe wurde Propofol (Propofol<sup>®</sup> 1 % MCT Fresenius Kabi AG, Stans) intravenös nach Wirkung (1 - 2 mg/kg KG) verabreicht. Die Tiere wurden nach der Intubation an ein Anästhesiegerät (Megamed 700, Megamed AG, Cham) angeschlossen. Die Anästhesie wurde mit Isofluran (Forene<sup>®</sup>, Abbott AG, Baar, Deutschland) in 40 % Sauerstoff nach Wirkung aufrechterhalten. Die Tiere wurden während der Narkose beatmet, um während der eigentlichen CT-Untersuchung eine Apnoe zu induzieren. Die Hornhaut wurde mit einer Vitamin A Salbe (Bausch & Lomb, Swiss AG, Steinhausen) vor Austrocknung geschützt. Zur Unterstützung des Blutdrucks während der Narkose wurde den Kälbern Ringer-Laktat (Fresenius Kabi Norge AS, Norwegen) in einer Dosierung von 2 mg/kg KG pro Stunde verabreicht. Die für die Narkose relevanten Parameter (Isofluran-, Sauerstoff- und Kohlendioxidkonzentration, Herz- und Atemfrequenz, systolischer, diastolischer und mittlerer Blutdruck) wurden kontinuierlich überwacht und alle 5 Minuten protokolliert. Die Anästhesie dauerte jeweils etwa 30 Minuten.



## **5.7. Computertomographische Untersuchung**

Die Untersuchung erfolgte mit einem Computertomographen der siebten Generation (Somatom Sensation Open, Siemens, Erlangen, Deutschland). Es handelte sich dabei um ein Gerät mit 20 Detektorreihen (Mehrschicht-CT), welches eine simultane Aufzeichnung (Akquisition) von maximal 40 Körperschichten pro Rotation ermöglichte.

### **5.7.1. Untersuchungsablauf**

Die Kälber wurden auf dem CT-Tisch in einer Schaumstoffwanne sternal gelagert. Die Gliedmassen wurden nach vorne und hinten gestreckt, um Artefakte im Thorakal- und Rumpfbereich zu minimieren. Nachdem die Kälber möglichst gerade ausgerichtet waren, wurden sie mit Klebeband und Schaumstoffkeilen fixiert. Die eigentliche CT-Untersuchung wurde mit einer Übersichtsaufnahme (Topogramm) der zu untersuchenden Regionen begonnen (Abb. 1). Für dieses Summationsbild wurde das gesamte Kalb mit fest positionierter Röntgenröhre und ebenso fixierten Detektorreihen einmal zügig gescannt. Zunächst wurden im Schichtvorgang der Kopf, dann der Thorax und am Schluss das Abdomen untersucht. Nach den Nativ-aufnahmen wurde eine Kontrastmittelstudie durchgeführt. Dazu wurde ein Kontrastmittel (Ultravist®-370, Bayer Schering Pharma, Zürich) in einer Dosierung von 2 ml/kg KG mit einem Druckinjektor intravenös verabreicht. Die Injektionsrate wurde der Scanzeit angepasst und wie folgt berechnet:  $\text{Injektionsrate (ml/s)} = (\text{Gesamt volumen Kontrastmittel für ein Tier (ml)} / \text{Scanzeit (s)}) + 10 \text{ s}$ . Die maximale Bolusmenge und die maximale Injektionsrate waren bei 200 ml respektive 6 ml/s festgelegt. Die Aufnahmen des Abdomens wurden mit 10 Sekunden Verzögerung in Expiration gehaltener Apnoe durchgeführt, um atmungsbedingte Artefakte zu vermeiden.

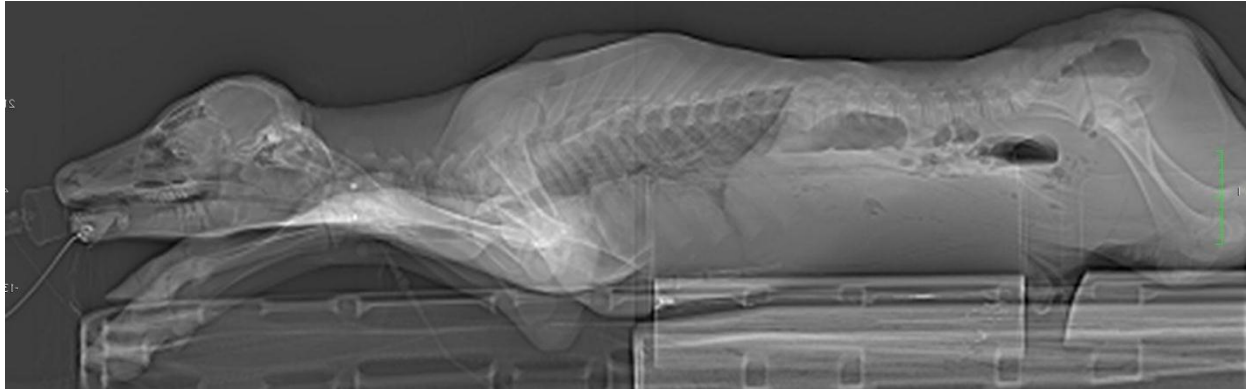


Abb. 1: CT-Übersichtsaufnahme (Topogramm) des Abdomens eines 1 Tage alten Kalbes

### 5.7.2. CT-Einstellungen

Die Abdomenstudie erfolgte mit einer Exposition von 120 kV und 270 mA in Transversalschnitten von kranial nach kaudal bei einer Schichtdicke von 5.0 mm. Im Anschluss daran wurden die Studien im Weichteil- (B30s) und im Knochenalgorithmus (B70s) mit einer Schichtdicke von 1.5 und 3.0 mm rekonstruiert. Der Bildausschnitt, dargestellt in einem Quadratfeld von 512 x 512 Pixeln, lag zwischen 30 x 30 cm und 40 x 40 cm.

### 5.7.3. Bildbearbeitung und Auswertung

Im Anschluss an die CT-Untersuchung wurden die Bilddaten auf eine externe Festplatte (Freecom Mobile Drive XXS 500 GB, Freecom Technologies GmbH, Berlin) überspielt. Die Erhebung der CT-Befunde und die Messungen wurden mit dem Programm OsiriX Open Source™ 3.2.1 Syngo CT 2007S (OsiriX Foundation, Genf) durchgeführt. Die Bilder wurden in einem definierten Weichteilfenster (Breite [W] 400 Hounsfield-Einheiten [HU], Lage [L] 40 HU), die knöchernen Strukturen in einem definierten Knochenfenster (W 1500 HU, L 300 HU) und der Magen- und Darminhalt in einem definierten Ingestafenster (W 1200 HU, L 30 HU) betrachtet und ausgewertet. Im Knochenfenster wurden die knöchernen Strukturen, im Weichteilfenster die inneren Organe, Gefäße und Lymphknoten

und im Ingestafenster die Ingesta beurteilt. Die Dichtemessungen der Organe wurden jeweils nativ und nach Kontrastmittelgabe durchgeführt. Die restlichen Messdaten wurden nach Kontrastmittelgabe bestimmt.

#### **5.7.4. Messungen im Abdomen**

Bei jedem Kalb wurden im Anschluss an die subjektive Beurteilung die klinisch relevanten Organe und Strukturen des Abdomens (Magendarmtrakt, Leber, Gallenblase, Milz, Harnapparat, Nebennieren, Pankreas, Gefäße, Lymphknoten und knöcherne Strukturen) vermessen.

#### **5.7.5. Multiplanare Rekonstruktion**

Damit eine Vermessung der einzelnen Strukturen möglich war, musste vorher eine multiplanare Rekonstruktion durchgeführt werden. Diese erlaubte es, die Strukturen zusätzlich zur bereits vorhandenen transversalen Ebene (Abb. 2 A) auch in einer dorsalen (Abb. 2 B) und in einer sagittalen Ebene (Abb. 2 C) darzustellen. Die Messungen erfolgten je nach Struktur (Knochen, Weichteile, Ingesta) im entsprechenden Fenster (Knochen-, Weichteil-, Ingestafenster). Die zu messenden Parameter werden in den folgenden Abschnitten einzeln beschrieben. Die Messergebnisse wurden in einer Excel-Tabelle festgehalten.

#### **5.7.6. Messungen im Knochenfenster**

Im Knochenfenster erfolgte die Vermessung des knöchernen Beckens durch die Bestimmung des vertikalen Durchmessers, der auf einer Verbindungslinie zwischen der Ventralfläche des Kreuzbeins und dem kranialen Ende der Beckensymphyse gemessen wurde (Abb. 3 A), und des Querdurchmessers des Beckens an seiner breitesten Stelle zwischen den beiden Darmbeinen (Abb. 3 B). Zudem wurde die Höhe (dorsoventrale Ausdehnung) des 1. Lendenwirbelkörpers auf der Ebene des Rippenansatzes bestimmt (Abb. 3 C).

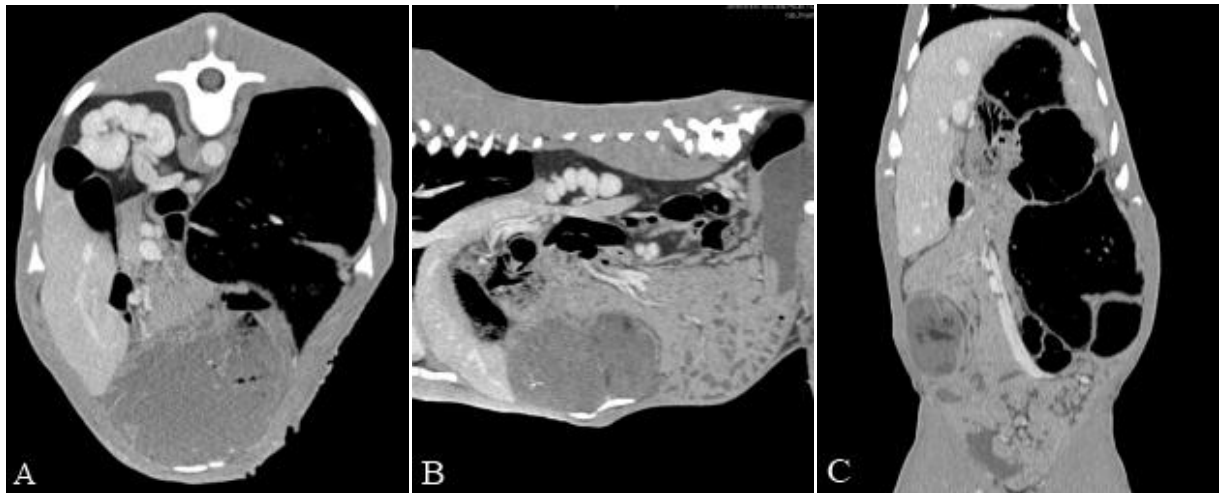


Abb. 2: Darstellung des Abdomens eines 42 Tage alten Kalbes im Weichteilfenster nach Kontrastmittelapplikation in der transversalen (A), dorsalen (B) und sagittalen Ebene (C)

In der Sagittalebene wurden die Längen des ersten und zweiten Lendenwirbelkörpers auf einer Linie zwischen den Zentren von kranialer und kaudaler Endplatte des einzelnen Wirbelkörpers vermessen (Abb. 3 D). Ausserdem wurde eine Dichtemessung des zweiten Lendenwirbelkörpers im kaudalen Drittel mittig zwischen Wirbelkanal und Cortex auf einer Fläche von  $0.5 \text{ cm}^2$  in Hounsfield-Einheiten vorgenommen (Abb. 3 E).

#### 5.7.7. Messungen im Weichteilfenster

Im Weichteilfenster wurden die folgenden Parameter vermessen:

- Oesophagusdurchmesser: Der grösste Durchmesser des Oesophagus wurde in der Ebene der besten Darstellbarkeit kurz vor seinem Eintritt ins Diaphragma und orthogonal zur Längsachse bestimmt (Abb. 5 A).
- Haubenlänge, -breite und -wanddicke: Es wurden die maximale Haubenlänge (Abb. 5 B) und -breite (Abb. 5 C) ausgemessen. Zudem wurde die Haubenwanddicke an der der Leber zugewandten Seite bestimmt (Abb. 5 D).

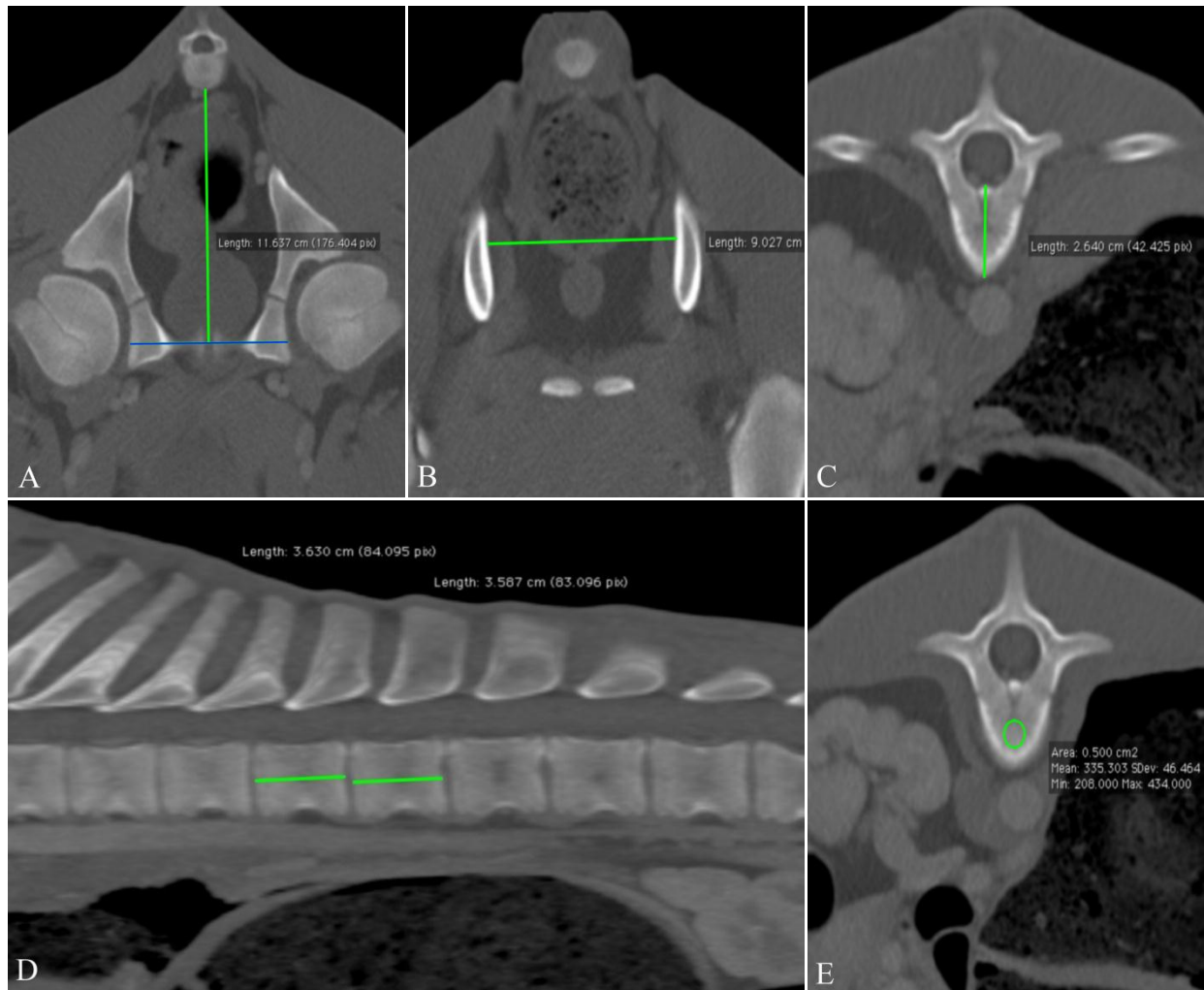


Abb. 3: Messung der Vertikal- (A) und Querdurchmesser (B) des knöchernen Beckens, der Höhe des ersten Lendenwirbelkörpers (C) sowie der Länge (D) des ersten und zweiten Lendenwirbelkörpers und der Dichte (E) des zweiten Lendenwirbelkörpers. Die grünen Linien markieren die gemessenen Strecken (A, B, C, D) und der grüne Kreis die für die Dichtemessung verwendete Fläche (E). Die blaue Linie dient als Hilfslinie (A)

- Pansengrösse, Pansenwand und Panseninhalt: Die maximale kraniokaudale Länge des Ruminoretikulums wurde je nach Lage des Organs in der sagittalen oder in der dorsalen Ebene ermittelt (Abb. 5 E). In der Transversalebene wurden die maximale Pansenhöhe (Abb. 5 F) sowie die maximale -breite (Abb. 5 G) gemessen. Die Pansenwanddicke wurde medial auf Höhe des zweiten Lendenwirbels im dorsalen und ventralen Blindsack bestimmt (Abb. 5 H). Der Panseninhalt

wurde im Ingestafenster (W 1200 HU, L 30 HU) beurteilt, da dieses aufgrund früherer Untersuchungen an Ziegen (IRMER, 2010) die beste Detailerkennbarkeit und Unterscheidbarkeit zwischen gasförmiger, flüssiger und fester Phase der Ingesta im Pansen versprach. Die verschiedenen Schichten des Panseninhalts wurden in der Transversalebene am Ort der maximalen Pansenhöhe vermessen und als Prozentanteil der errechneten maximalen Pansenhöhe angegeben (Abb. 4).

- Psalterlänge und -wanddicke: Die maximale Länge des Psalters wurde in der Ebene der besten Darstellbarkeit bestimmt (Abb. 6 A). Die Vermessung seiner Wanddicke erfolgte transversal an seiner äusseren Kurvatur unter Ausschluss der Psalterblätter (Abb. 6 B).
- Labmagengrösse, -wanddicke und -schleimhautfalten: Die maximale Längsausdehnung des Labmagens wurde in der sagittalen oder in der dorsalen Ebene (Abb. 6 C) und die maximale Querausdehnung im Transversalschnitt gemessen (Abb. 6 D). Die Wanddicke des Labmagens wurde auf Psalterhöhe bestimmt (Abb. 6 E).

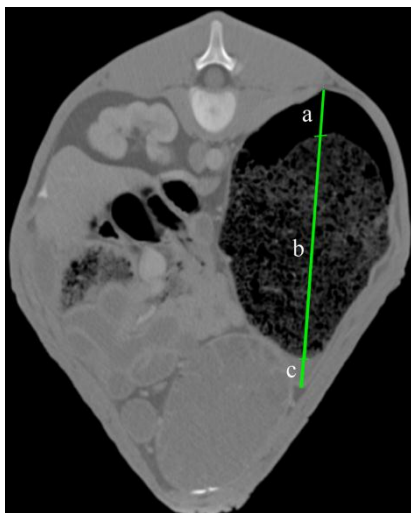


Abb. 4: Bestimmung der Ausdehnung von gasförmiger (a), fester (b) und flüssiger Phase (c) des Panseninhalts

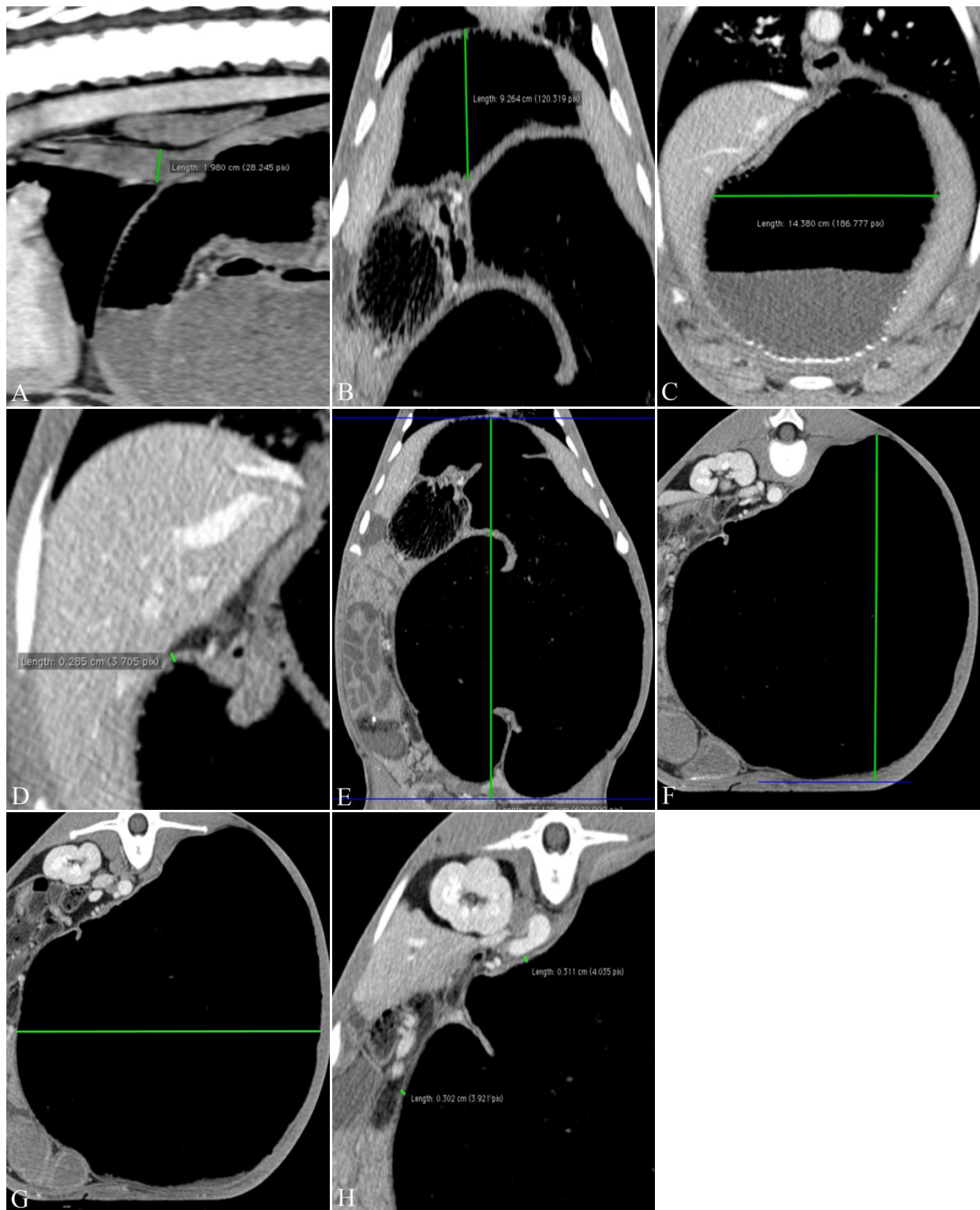


Abb. 5: Ermittlung von Oesophagusdurchmesser (A), Haubenlänge (B), -breite (C) und -wanddicke (D) sowie der Pansenlänge (E), -höhe (F), -breite (G) und -wanddicke (H). Die grünen Linien markieren die gemessenen Strecken. Die blauen Linien stellen Hilfslinien dar (E, F)



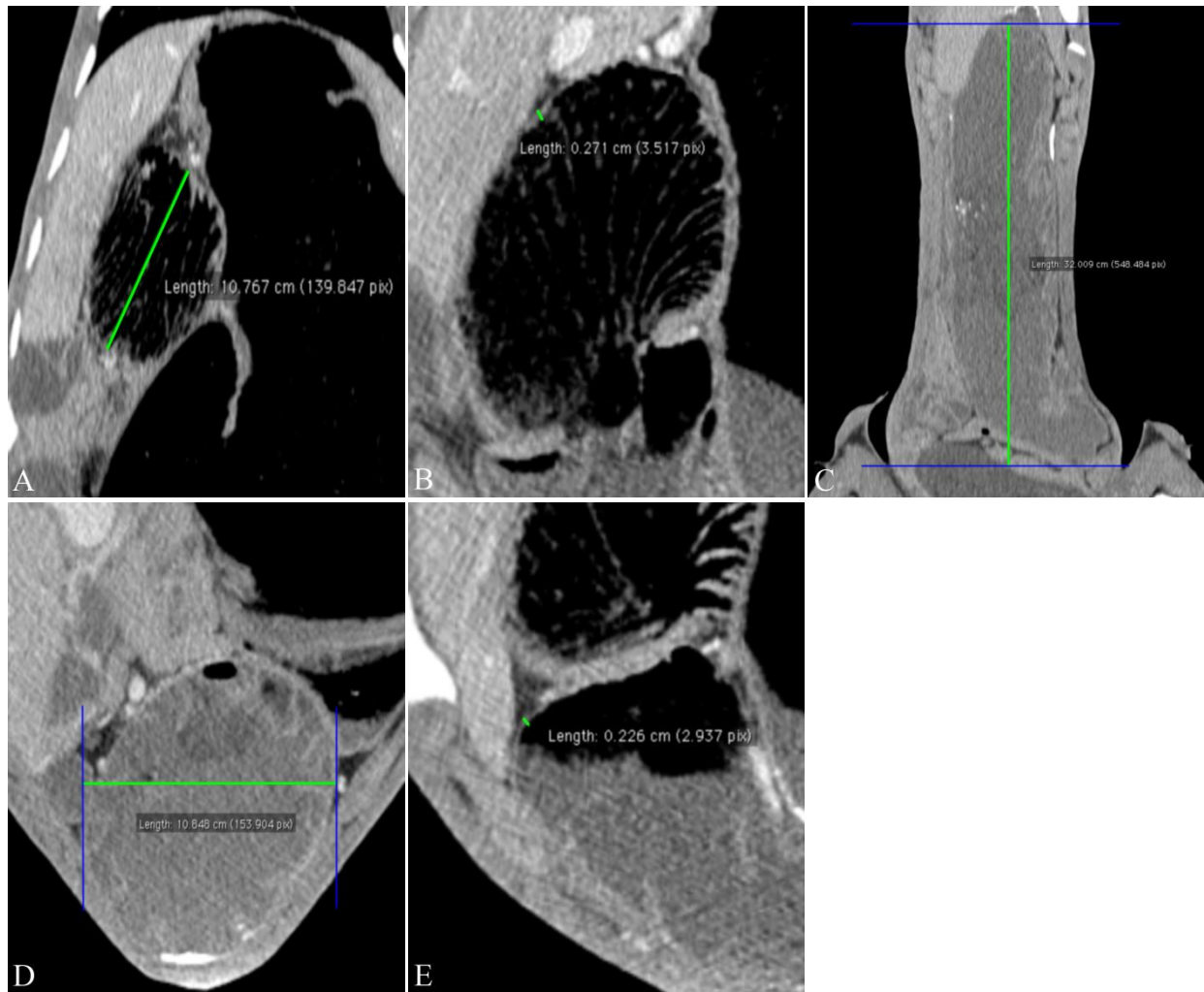


Abb. 6: Ermittlung der Psalterausdehnung (A) und -wanddicke (B), Labmagenlänge (C), -breite (D) und -wanddicke (E). Die grünen Linien markieren die gemessenen Strecken, die blauen die Hilfslinien

### **Dünn- und Dickdarmdurchmesser sowie Wanddicken des Dünndarms**

Die Durchmesser von Jejunum (Abb. 7 A) und Colon (Abb. 7 B) wurden in der Transversalebene an drei Stellen, diejenigen des Zäkums (Abb. 7 C) an einer Stelle bestimmt. Zudem wurden an den jeweiligen Stellen die Wanddicken bestimmt (Abb. 7 D, E). Die Wanddicke und der Durchmesser des Duodenums an seiner Pars cranialis wurden in unmittelbarer Pylorusnähe ermittelt (Abb. 7 F).



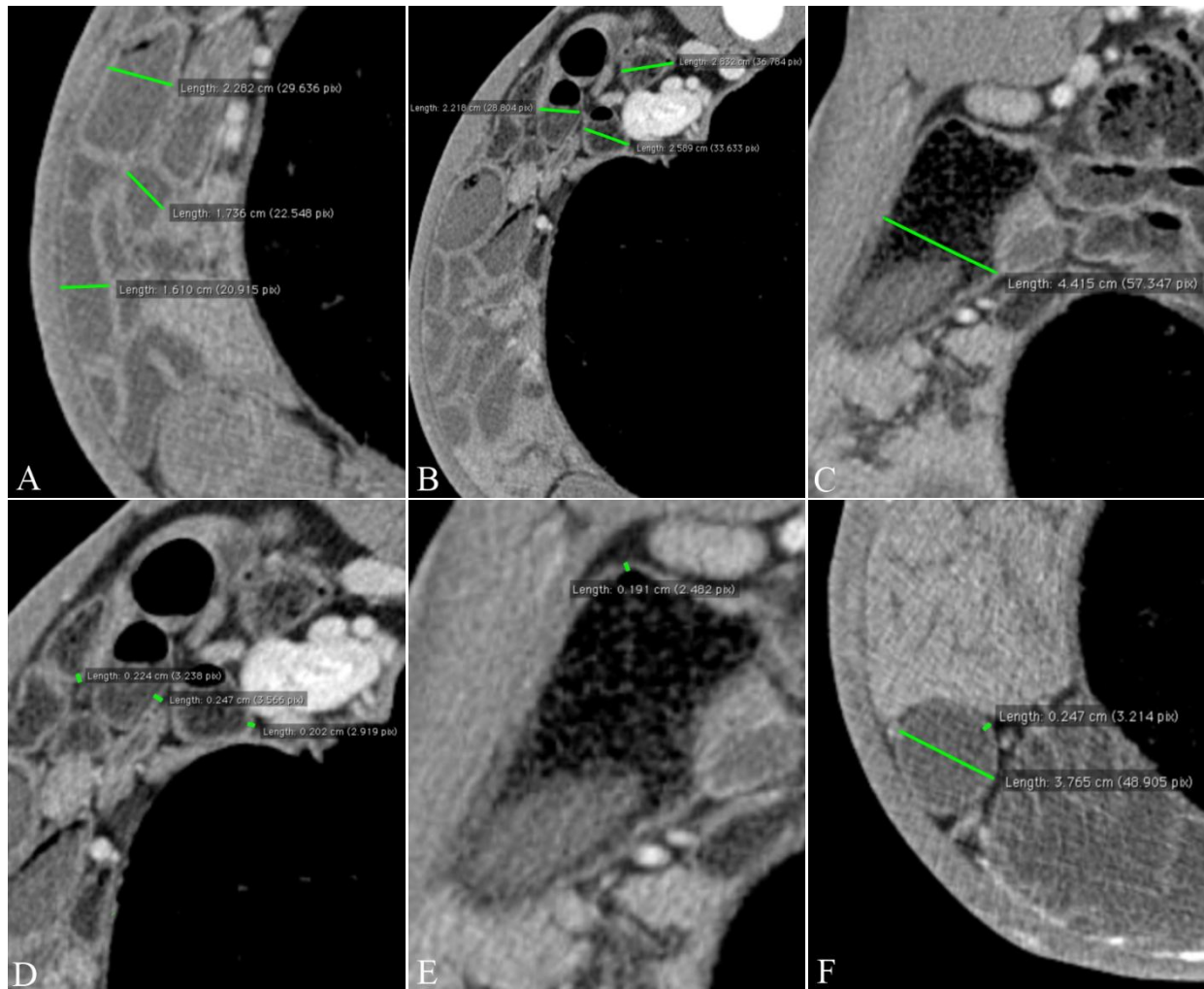


Abb. 7: Ermittlung des Durchmessers von Dünndarm (A), Colonscheibe (B) und Pars cranialis duodeni (F), des grössten Zäkumdurchmessers (C) sowie der Wanddicke von Colon (D), Zäkum (E) und Pars cranialis duodeni (F). Die grünen Linien markieren die gemessenen Strecken

## Leber und Gallenblase

An Leber und Gallenblase wurden die folgenden Parameter ermittelt:

- Leberausdehnung: Die kraniokaudale Ausdehnung der Leber wurde in derjenigen dorsalen Ebene bestimmt, wo sie am grössten war (Abb. 8 A).
- Lebervolumen: Das Lebervolumen wurde in der transversalen Ebene bestimmt. Zuerst wurde die Leberfläche auf jedem dritten Transversalschnitt markiert und elektronisch bestimmt (Abb. 8 B). Anschliessend wurde das Volumen durch den Computer berechnet ( $V = \text{Fläche} \times \text{Schichtdicke}$ ; OsiriX Open Source™ 3.2.1

Synogo CT 2007S, Abb. 8 C). Das Lebertvolumen wurde in Abhängigkeit vom Körpergewicht als  $\text{cm}^3/\text{kg KG}$  berechnet.

- Dichte des Leberparenchyms: Die Bestimmung der Leberparenchymdichte erfolgte in der transversalen Ebene auf Höhe des 10. Brustwirbels. Die Parenchymdichte wurde zuerst auf einer Fläche von  $20 \text{ cm}^3$  zentral und anschließend auf einer Fläche von  $1 \text{ cm}^3$  in der Leberperipherie unter Ausschluss von Gefässen bestimmt (Abb. 8 D).
- Gallenblasengrösse und Gallendichte: Die Längs- und Querausdehnung der Gallenblase wurden in derjenigen Ebene ermittelt, in welcher die Gallenblase am grössten dargestellt werden konnte (Abb. 8 E). Die Dichte des Gallenblaseninhalts wurde, mit einem Abstand von mindestens 5 mm zur Wand, auf einer Fläche von  $1 \text{ cm}^2$  bestimmt (Abb. 8 F).

### **Milzausdehnung, -dicke, -volumen und -dichte**

Die Messungen an der Milz erfolgten in der transversalen Ebene. Bestimmt wurden die grösste Breite (Abb. 9 A), die Dichte in der Peripherie auf einer Fläche von  $1 \text{ cm}^2$  (Abb. 9 A) und im Organinnern auf einer solchen von  $20 \text{ cm}^2$  sowie das aus den Flächen (Abb. 9 B) berechnete Milzvolumen (Abb. 9 C).

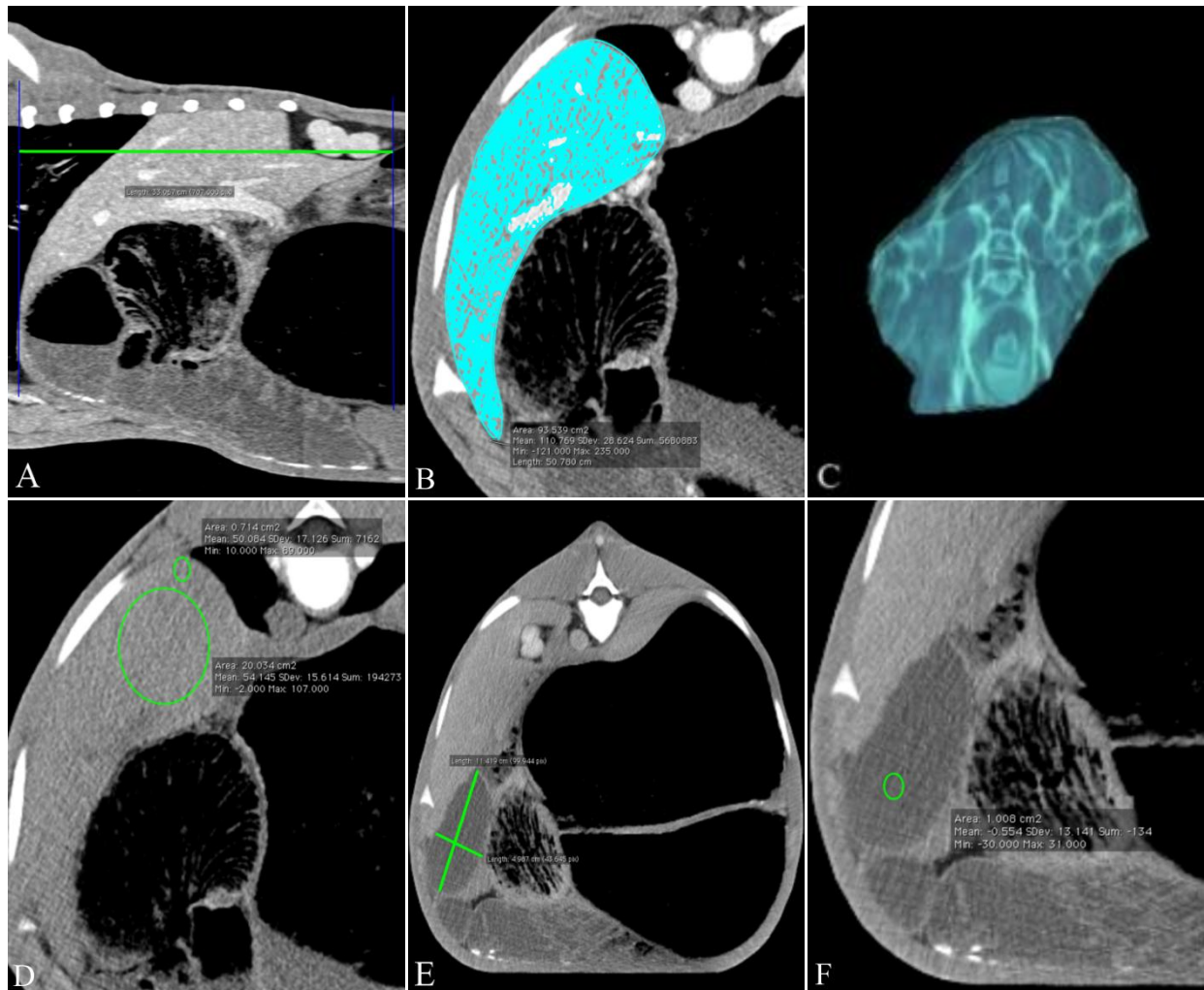


Abb. 8: Messung der maximalen Leberlänge (A), der Leberfläche (B), des Leber-  
volumens (C), der zentralen und der peripheren Leberdichte (D), der Längs- und  
Querausdehnung der Gallenblase (E) sowie der Dichte des Gallenblaseninhalts  
(F). Die grünen Linien markieren die gemessenen Strecken (A, E), die grünen  
Kreise markieren die für die Dichtemessung verwendeten Flächen (D, F), die tür-  
kisfarbene Fläche und die türkisfarbene Struktur markieren die Leberfläche im  
betreffenden Transversalschnitt (B) und das daraus berechnete Lebervolumen (C).  
Die blauen Linien sind Hilfslinien (A)

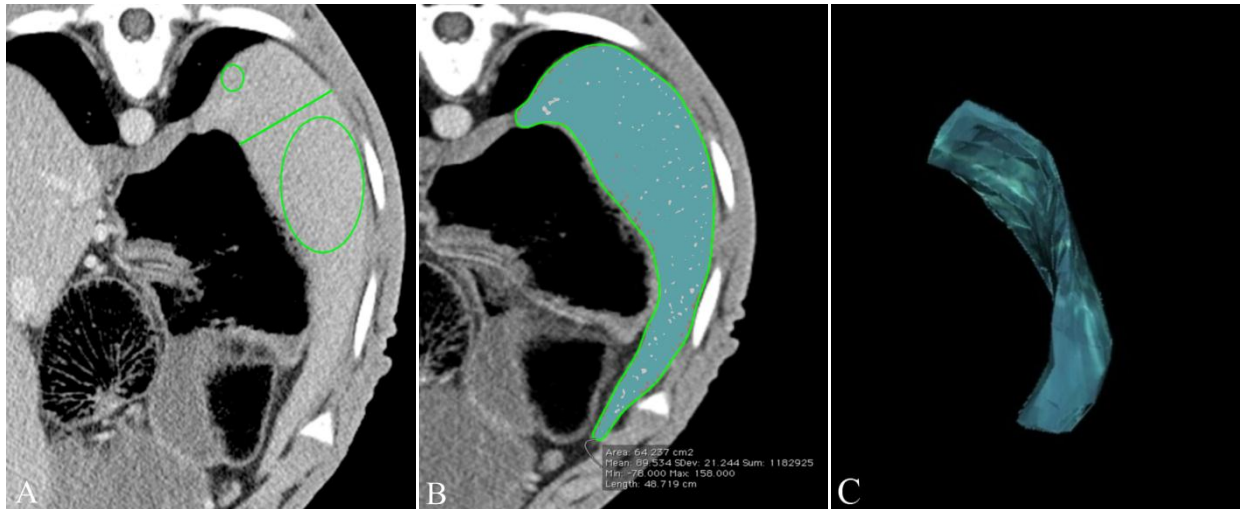


Abb. 9: Ermittlung der maximalen Milzbreite bzw. ihrer lateromedialen Ausdehnung (A), der peripheren (A) und der zentralen Milzdichte (A), der Milzfläche auf einem Transversalschnitt (B) sowie des Milzvolumens (C). Die grüne Linie markiert die gemessene Strecke, die grünen Kreise markieren die für die Dichtemesung verwendete Fläche (A), die türkisfarbene Fläche und die türkisfarbene Struktur markieren die Milzfläche im betreffenden Transversalschnitt (B) und das daraus berechnete Milzvolumen (C)

## Harnapparat

Am Harnapparat wurden die folgenden Untersuchungen und Bestimmungen durchgeführt:

- Nierengrösse, -volumen und -dichte: Die maximalen Längen beider Nieren wurden je nach ihrer Lage in der sagittalen oder in der dorsalen Ebene ermittelt (Abb. 10 A). Die maximale Nierenbreite wurde in der transversalen Ebene bestimmt (Abb. 10 B). Das Nierenvolumen wurde analog wie dasjenige der Leber errechnet (Abb. 10 C, D). Die Parenchymdichte der Nieren wurde auf einer Fläche von  $4 \text{ cm}^2$  zwischen Hilus und Margo lateralis berechnet (Abb. 10 E).
- Ureterendurchmesser: Die Durchmesser der Ureteren wurden beidseits in der Ebene der besten Darstellbarkeit in Nierennähe ermittelt (Abb. 10 F).
- Harnblasenlänge und Harndichte: Der Abstand zwischen Harnblasenpol und kranialem Rand des knöchernen Beckenbodens wurde in der sagittalen Ebene ge-

messen (Abb. 11 A). Zudem wurde die Dichte des Harnblaseninhalts auf einer Fläche von  $5 \text{ cm}^2$  mit 5 mm Wandabstand bestimmt (Abb. 11 B).

- Urethradurchmesser: Der Durchmesser der Urethra wurde in der Transversalebene bestimmt (Abb. 11 C).

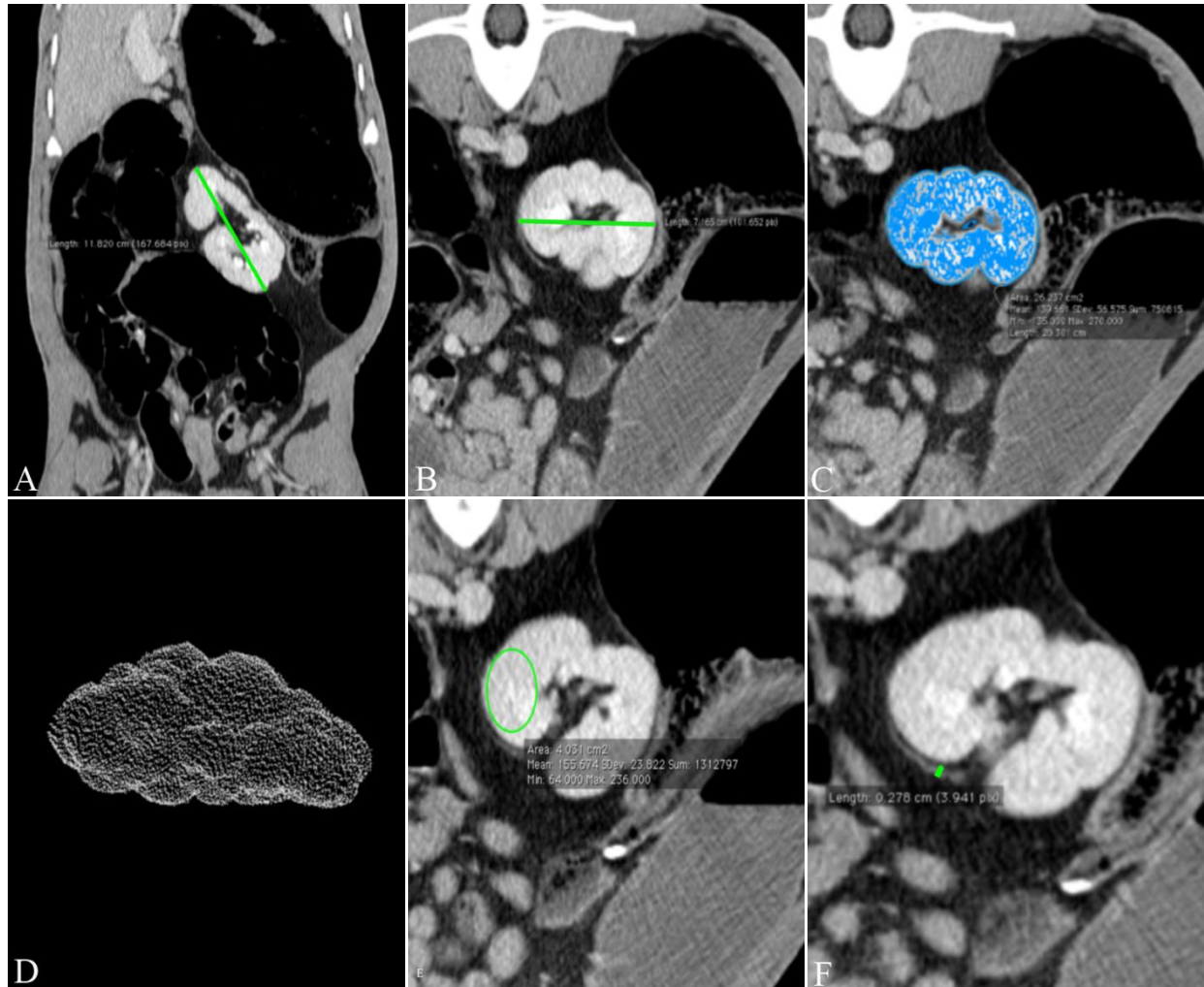


Abb. 10: Messung der Nierenlänge (A), der Nierenbreite (B), der Nierenfläche auf einem Transversalschnitt (C), des Nierenvolumens (D), der Nierendichte (E) und des Ureterdurchmessers (F). Die grünen Linien bzw. der grüne Kreis, die türkisfarbene Fläche und die gepunktete Struktur markieren die gemessenen Strecken (A, B, F), die für die Dichtemessung verwendete Fläche (E), den Anschnitt der Niere im betreffenden Transversalschnitt (C) und das daraus berechnete Nierenvolumen (F)



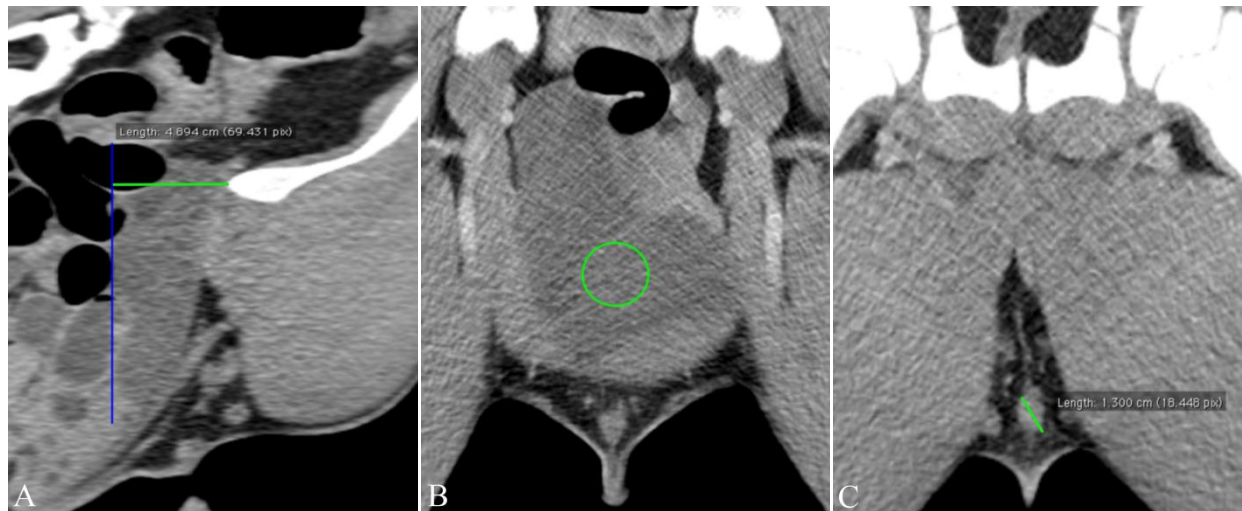


Abb. 11: Messung der Distanz zwischen Urachusnabel und knöchernem Beckenboden (A), Dichte des Harnblaseninhalts (B) und Urethradurchmessers der Urethra (C). Die grünen Linien markieren die gemessenen Strecken (A, C) und der grüne Kreis markiert die für die Dichtemessung verwendete Fläche (B). Die blaue Linie ist eine Hilfslinie zur Markierung des Urachusnabels (A)

### **Nebennieren, Aorta, V. cava caudalis, Lymphknoten und Nabelgefäße**

Im Weiteren wurden die folgenden Organe, Gefäße und Lymphknoten vermessen:

- Nebennieren: Die maximale Länge und Breite der Nebennieren wurden beidseits in der Ebene der besten Darstellbarkeit bestimmt (Abb. 12 A, B, C).
- Aorta und V. cava caudalis: Die Durchmesser der Aorta (Abb. 13 A) und der V. cava caudalis (Abb. 13 B) wurden auf Höhe des ersten Lendenwirbelkörpers bestimmt. Zudem wurde der Abstand der Aorta zur Wirbelsäule auf Höhe des ersten Lendenwirbels ermittelt (Abb. 13 A, obere Messlinie).
- Lymphknoten des Lymphocentrum iliosacrale: Die Messung von Länge und Breite der Lymphknoten des Lymphocentrum iliosacrale erfolgte an drei verschiedenen Stellen in der dorsalen oder in der transversalen Ebene (Abb. 13 C).
- Nabelgefäße: Die Durchmesser der Nabelvene und -arterie wurden, sofern diese Gefäße noch nicht zurückgebildet waren, in der transversalen Ebene möglichst nahe am äusseren Nabel bestimmt (Abb. 14).

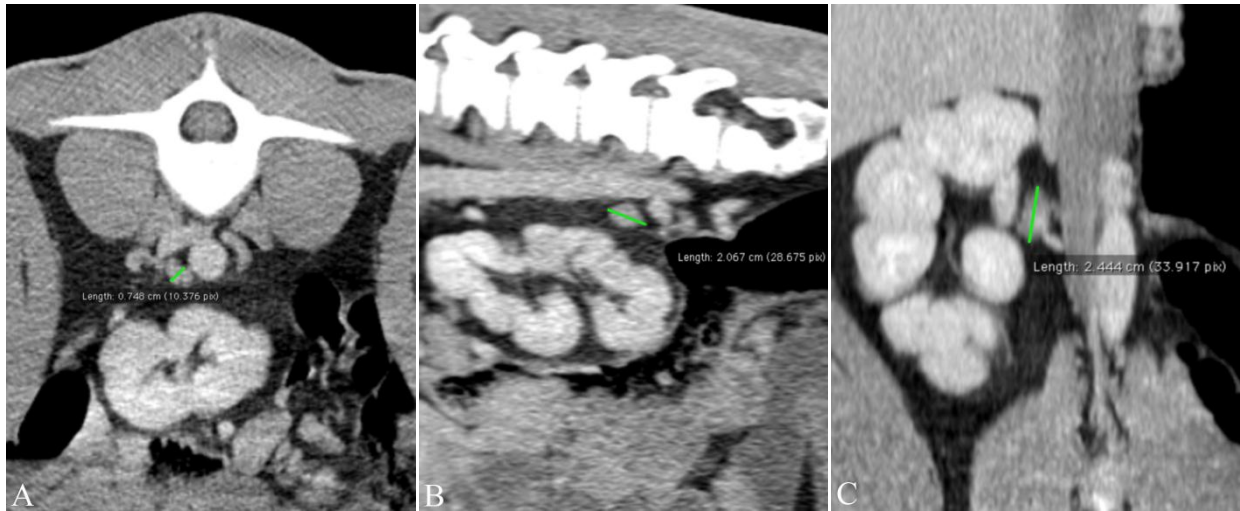


Abb. 12: Bestimmung der maximalen Nebennierenbreite in der transversalen Ebene (A) und der maximalen Nebennierenlänge in der sagittalen (B) und der dorsalen Ebene (C). Die grünen Linien markieren die gemessenen Strecken



Abb. 13: Bestimmung des Aortendurchmessers sowie des Abstands der Aorta von der Lendenwirbelsäule in der transversalen Ebene (A) sowie des Durchmessers der V. cava caudalis (B), Vermessung der Lymphknoten des Lymphocentrum iliosacrale in der transversalen Ebene (C). Die grünen Linien markieren die gemessenen Strecken

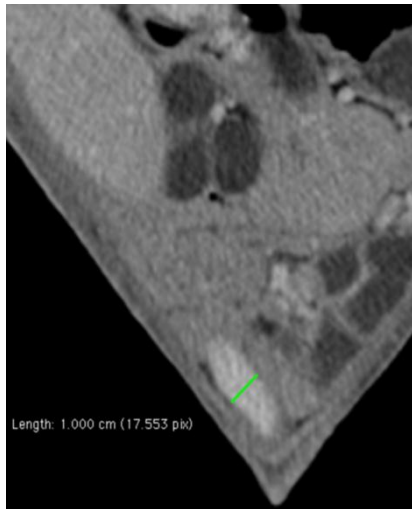


Abb. 14: Messung des Nabelvenendurchmessers bei einem 1 Tag alten Kalb. Die grüne Linie markiert die gemessene Strecke

## 5.8. Euthanasie

Die Kälber wurden im Anschluss an die sechste Untersuchung noch in Narkose euthanasiert (Wirkstoff: T 61<sup>®</sup>, 0.08 - 0.12 ml/kg KG, Veterinaria AG, Pfäffikon). Vier Kälber dienten der anatomischen Schnittpräparation. Ein Kalb wurde am Institut für Veterinärpathologie seziert.

## 5.9. Vergleich von CT-Bild und anatomischem Präparat

Für die genaue Identifikation der anatomischen Strukturen auf den CT-Bildern wurden sowohl in der transversalen Ebene als auch in der sagittalen und dorsalen Ebene anatomische Schnittbilder der Kälber angefertigt. Die zum Gefrierschnitt identischen CT-Bilder wurden zum Vergleich gegenübergestellt.

### 5.9.1. Vorbereitung der Kälber für die anatomische Untersuchung

Die euthanasierten Kälber wurden auf einen Tisch gelegt und analog zur Position auf dem CT-Tisch in Sternallage mit Schaumstoffkeilen und Klebeband fixiert. Danach wurden sie im Gefrierraum bei -18 °C über einen Zeitraum von mindestens vierzehn Tagen tiefgefroren.



### **5.9.2. Herstellung der anatomischen Schnitte**

Für den Vergleich von digitalem CT-Bild und anatomischem Schnittbild wurden zwei der gefrorenen Kälber mit einer Fleischbandsäge (Typ K 440 H, Paul Kolbe GmbH, Elchingen, Deutschland) transversal in 1 bis 1.5 cm dicke Scheiben gesägt. Darüber hinaus wurden von einem Tier 3 cm dicke, sagittale Scheiben angefertigt. Ein weiteres Kalb wurde in der dorsalen Ebene gesägt. Die Schnittdicke betrug ungefähr 3 cm. Jeder der 20 bis 93 Schnitte pro Kalb wurde nacheinander auf eine blaue Hintergrundfolie gelegt und mit einer digitalen Kamera (Canon EOS 5D und Canon EOS 5D Mark II, Tokio, Japan) fotografiert. Die transversalen Schnitte wurden stets nur von kaudal abgelichtet. Die Sagittalschnitte wurden von links, die Dorsalschnitte von dorsal abgebildet. Jedes Schnittpräparat wurde für die Fotografie zusätzlich mit einem Lineal zum Grössenvergleich versehen und zur Orientierung nummeriert.

### **5.9.3. Vergleich der CT-Bilder mit den anatomischen Schnitten**

Die Bearbeitung und Beschriftung der anatomischen Strukturen sowie die direkte Gegenüberstellung von CT- und anatomischem Schnittbild erfolgte im Programm Paint.NET (Free software, [www.getpaint.net](http://www.getpaint.net)) und Adobe Photoshop CS6 (Version 13.0.1, Adobe Systems GmbH, München Deutschland). Die anatomischen Schnittbilder dienten dazu, die analogen Strukturen im CT-Bild eindeutig zu identifizieren. Die Beschriftung der anatomischen Strukturen erfolgte anhand der Nomina Anatomica Veterinaria (HABEL et al., 1983). In den Abbildungen wurden linksseitig jeweils das Weichteilfenster und rechtsseitig das Knochenfenster aus der CT-Abdomen-studie desselben Kalbes dargestellt. Für die knöchernen Strukturen wurden Grossbuchstaben, für die Muskeln Kleinbuchstaben und für die Organe, Gefässe, und Lymphknoten Zahlen verwendet, die für die gegebenen Strukturen in den verschiedenen Schnittbildern stets gleich blieben.

## **5.10. Statistik**

Alle Daten wurden zunächst in eine Exceltabelle (Excel 2007, Microsoft Office) übertragen. Die statistische Auswertung erfolgte anschliessend mit dem Programm SPSS (SPSS Statistics 20, IBM Deutschland GmbH, Ehningen, Deutschland) und Stata (Stata 12, Stata Corp LP, Texas, USA). Die Daten (kontinuierliche Variablen) wurden hinsichtlich ihrer Normalverteilung mit dem Wilk-Shapiro-Test beurteilt. Der gepaarte t-Test wurde zur vergleichenden Analyse der Mittelwerte der beidseitigen Messungen von Nieren, Ureteren und Nebennieren verwendet. Die Signifikanzschwelle wurde bei  $P \leq 0.05$  gesetzt.

## **5.11. Zusammenarbeit mit anderen Instituten und Abteilungen des Universität Zürich**

Am Zustandekommen der vorliegenden Arbeit waren ausser der Klinik für Wiederkäuer (Prof. Dr. Dr. h. c. U. Braun) und der Abteilung für Bildgebende Diagnostik und Radio-Onkologie (Prof. Dr. P. Kircher) die folgenden Institute und Abteilungen der Vetsuisse-Fakultät Zürich beteiligt:

- Abteilung für Anästhesiologie (Prof. Dr. R. Bettschart-Wolfensberger): Anästhesie für die computertomographische Untersuchung
- Veterinäranatomisches Institut (Prof. Dr. A. Boos): Anatomische Schnittpräparation durch Urs Müller und Katrin Süss
- Abteilung VetCom (Prof. Dr. H. Nägeli): Digitale Fotografie der anatomischen Schnittpräparate durch Damaris Betancourt, digitale Bearbeitung der Bilder durch Jeanne Peter
- Veterinärmedizinisches Labor (Prof. Dr. H. Lutz): Hämatologische, blutchemische und Pansensaftuntersuchung.

## **5.12. Tierversuchsbewilligung**

Für die Versuche lag eine Tierversuchsbewilligung des Kantonalen Veterinäramts Zürich vor (18/2010).

## **6. Ergebnisse**

### **6.1. Voruntersuchungen**

Die Ergebnisse der Voruntersuchungen, der Blut-, Harn-, Pansensaft und Kotbefunde wurden in der Dissertation von Sonka Krüger (KRÜGER, 2012) detailliert beschrieben. Deshalb wird, obschon die Autorin der vorliegenden Dissertation in gleichem Masse bei der Erhebung der genannten Befunde beteiligt war, auf eine erneute Darstellung verzichtet und auf die erwähnte Dissertation verwiesen.

#### **6.1.1. Gesundheitszustand der Kälber im Verlaufe der 105 Tage**

Der Gesundheitszustand der Kälber im Verlauf der Untersuchungsperiode wurde von den Doktorandinnen Sonka Krüger und Charlotte Schnetzler erhoben und in der Dissertation KRÜGER (2012) detailliert beschrieben.

#### **6.1.2. Pathologisch anatomische Befunde**

Die pathologisch anatomischen Befunde der Kälber wurden in der Dissertation KRÜGER (2012) detailliert beschrieben.

### **6.2. Computertomographische Befunde**

#### **6.2.1. Knochenfenster**

Die Wirbelsäule mit den Quer- und Dornfortsätzen (Abb. 15 A), die Rippen sowie die darstellbaren Anteile von Becken (Abb. 15 B) und Hintergliedmassen der fünf Kälber wiesen im Bereich des Abdomens im Knochenfenster nur in einem Fall Veränderungen oder Abweichungen von den normalen anatomischen Verhältnissen auf. Ein Kalb (Nr. 7) zeigte von Geburt an eine Fraktur des rechten Querfortsatzes des zweiten Lendenwirbels, die bei allen sechs CT-Untersuchungen dargestellt werden konnte.

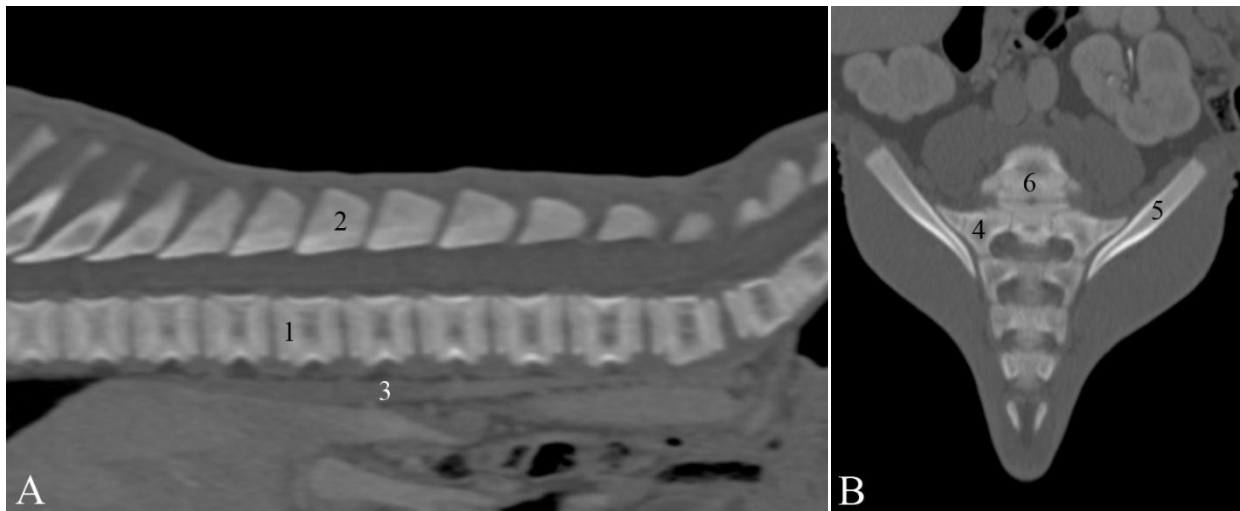


Abb. 15: Normale CT-Aufnahmen der knöchernen Strukturen eines neugeborenen Kalbes (1 Tag alt) im Knochenfenster. Links Darstellung der Wirbelsäule in der sagittalen Ebene (A), rechts Darstellung des Kreuzbeins in der dorsalen Ebene (B). 1 Corpus vertebrae, 2 Processus spinosus, 3 Aorta abdominalis, 4 Os sacrum, 5 Os ilium, 6 Os lumbale

## Messungen

Das knöcherne Becken wies bei der ersten Untersuchung (U1) einen vertikalen Durchmesser von durchschnittlich 8.7 cm und einen Querdurchmesser von 7.7 cm auf (Tab. 2), sodass das Verhältnis von der Beckenhöhe zur Beckenbreite bei 1.13 lag. Bei der U2 betrug dieses 1.05 und bei der U3 war das Becken durchschnittlich gleich hoch wie breit (Verhältnis 1.0). Bei der U4 kehrte sich das Verhältnis zu Gunsten der Beckenbreite um und lag bei 0.97. Mit zunehmendem Alter änderte sich das Verhältnis nur geringgradig und lag bei der U6 bei 0.94. Der erste Wirbel wies bei der U1 eine durchschnittliche Länge von 2.5 cm und der zweite eine solche von 2.6 cm auf (Tab. 3). Bei der U6 war die Länge der beiden Wirbel im Durchschnitt bereits auf 3.7 cm angewachsen. Der vertikale Durchmesser des ersten Lendenwirbels betrug bei der U1 durchschnittlich 2.2 cm und bei der U6 3.1 cm. Die durchschnittliche Dichte des zweiten Lendenwirbels betrug bei der U1 306.6 HU und bei der U6 262.1 HU (Differenz  $P \leq 0.05$ ).

Tab. 2: Beckenhöhe und -breite sowie Verhältnis von Beckenhöhe zu Beckenbreite bei 5 Kälbern ( $\bar{x} \pm s$ , Schwankungsbreite in Klammern)

Parameter	Untersuchung					
	1	2	3	4	5	6
Vertikaler Durch-Messer (cm)	$8.7 \pm 0.58$ (8.2 – 9.6)	$9.2 \pm 0.76$ (8.2 – 10.1)	$9.7 \pm 0.55^{\S}$ (9.0 – 10.3)	$10.6 \pm 1.01$ (9.5 – 11.7)	$11.0 \pm 0.69$ (10.0 – 11.6)	$11.3 \pm 0.76$ (10.5 – 12.2)
Querdurch-messer (cm)	$7.7 \pm 1.66$ (5.8 – 10.0)	$8.8 \pm 1.25^a$ (7.0 – 10.4)	$9.7 \pm 0.94^{a,b,\S}$ (8.7 – 11.2)	$10.9 \pm 0.94^{b,c}$ (10.1 – 12.3)	$11.4 \pm 0.78^c$ (10.7 – 12.5)	$11.9 \pm 0.90$ (11.1 – 13.1)
Höhe : Breite	1.13	1.05	1	0.97	0.98	0.94

<sup>a, b, c</sup>: Gleiche Indizes bedeuten einen signifikanten Unterschied zwischen den Messdaten ( $P \leq 0.05$ )

<sup>\S</sup>: Erster signifikanter Unterschied zur Untersuchung 1 ( $P \leq 0.05$ )

Tab. 3: Ausdehnung und Dichte der Lendenwirbel 1 und 2 bei 5 Kälbern ( $\bar{x} \pm s$ , Schwankungsbreite in Klammern, Median)

Parameter	Untersuchung					
	1	2	3	4	5	6
Länge L1 (cm)	$2.5 \pm 0.19^a$ (2.3 – 2.7)	$2.8 \pm 0.20^{a,b,\S}$ (2.5 – 3.0)	$3.1 \pm 0.24^{b,c}$ (2.8 – 3.4)	$3.4 \pm 0.19^{c,d}$ (3.2 – 3.6)	$3.6 \pm 0.25^d$ (3.3 – 3.8)	$3.7 \pm 0.25$ (3.3 – 4.0)
Länge L2 (cm)	$2.6 \pm 0.23^a$ (2.3 – 2.9)	$2.9 \pm 0.25^{a,b,\S}$ (2.5 – 3.1)	$3.1 \pm 0.26^{b,c}$ (2.8 – 3.7)	$3.4 \pm 0.22^{c,d}$ (3.2 – 3.7)	$3.6 \pm 0.28^{d,e}$ (3.3 – 3.9)	$3.7 \pm 0.24^e$ (3.4 – 4.0)
Höhe L1 (cm)	$2.2 \pm 0.25^a$ (1.8 – 2.4)	$2.4 \pm 0.28^{a,b,\S}$ (2.0 – 2.7)	$2.7 \pm 0.30^{b,c}$ (2.1 – 2.9)	$2.9 \pm 0.31^{c,d}$ (2.4 – 3.2)	$3.1 \pm 0.27^d$ (2.6 – 3.3)	$3.1 \pm 0.24$ (2.7 – 3.3)
Dichte L2 (HU)	$306.6 \pm 63.24$ (233.6 – 382.3) 305.43	$281.9 \pm 44.41$ (227.1 – 334.6) 265.06	$293.2 \pm 43.0$ (238.8 – 353.6) 297.26	$276.8 \pm 24.55$ (245.6 – 313.8) 276.15	$262.3 \pm 18.7$ (237.2 – 280.3) 268.90	$262.1 \pm 38.05$ (205.7 – 300.0) 271.71

a, b, c, d, e: Gleiche Indizes bedeuten einen signifikanten Unterschied zwischen den Messdaten ( $p \leq 0.05$ )

§: Erster signifikanter Unterschied zur Untersuchung 1 ( $P \leq 0.05$ )

Länge L1: Maximale Länge des ersten Lendenwirbelkörpers

Länge L2: Maximale Länge des zweiten Lendenwirbelkörpers

Höhe L1: Maximale Höhe des ersten Lendenwirbelkörpers

Dichte L2: Native Dichte des zweiten Lendenwirbelkörpers auf einer Fläche von  $0.5 \text{ cm}^2$

### **6.2.2. Weichteilfenster**

Im Vergleich zu den anatomisch beschriebenen Befunden (NICKEL et al., 2004; LIEBICH et al., 2005; SALOMON et al., 2008) ergab die CT-Untersuchung im Weichteilfenster keine Abweichungen in Bezug auf die Länge und Ausdehnung der Organe sowie den Verlauf der Gefäße.

#### **6.2.2.1. Oesophagus**

Der intrathorakale Anteil des Oesophagus (1) war in allen drei Ebenen gut erkennbar und bis zum Zwerchfell zu verfolgen (Abb. 16). Unmittelbar kranial des Zwerchfells wies das Lumen ab der U3 eine geringgradige gashaltige Erweiterung auf. Im transversalen Anschnitt stellte sich der Oesophagus rundlich bis oval mit gashaltigem Lumen dar (Abb. 16 A, D). Sein durchschnittlicher Durchmesser betrug kranial des Zwerchfells bei der U1 1.45 cm und bei der U6 2.65 cm (Tab. 4). Intraabdominal konnte der Oesophagus zwischen der Leber (7) und der Milz (8) erkannt werden. Nur selten konnte der Eintritt in den Pansen (5) dargestellt werden (Abb. 16 F).

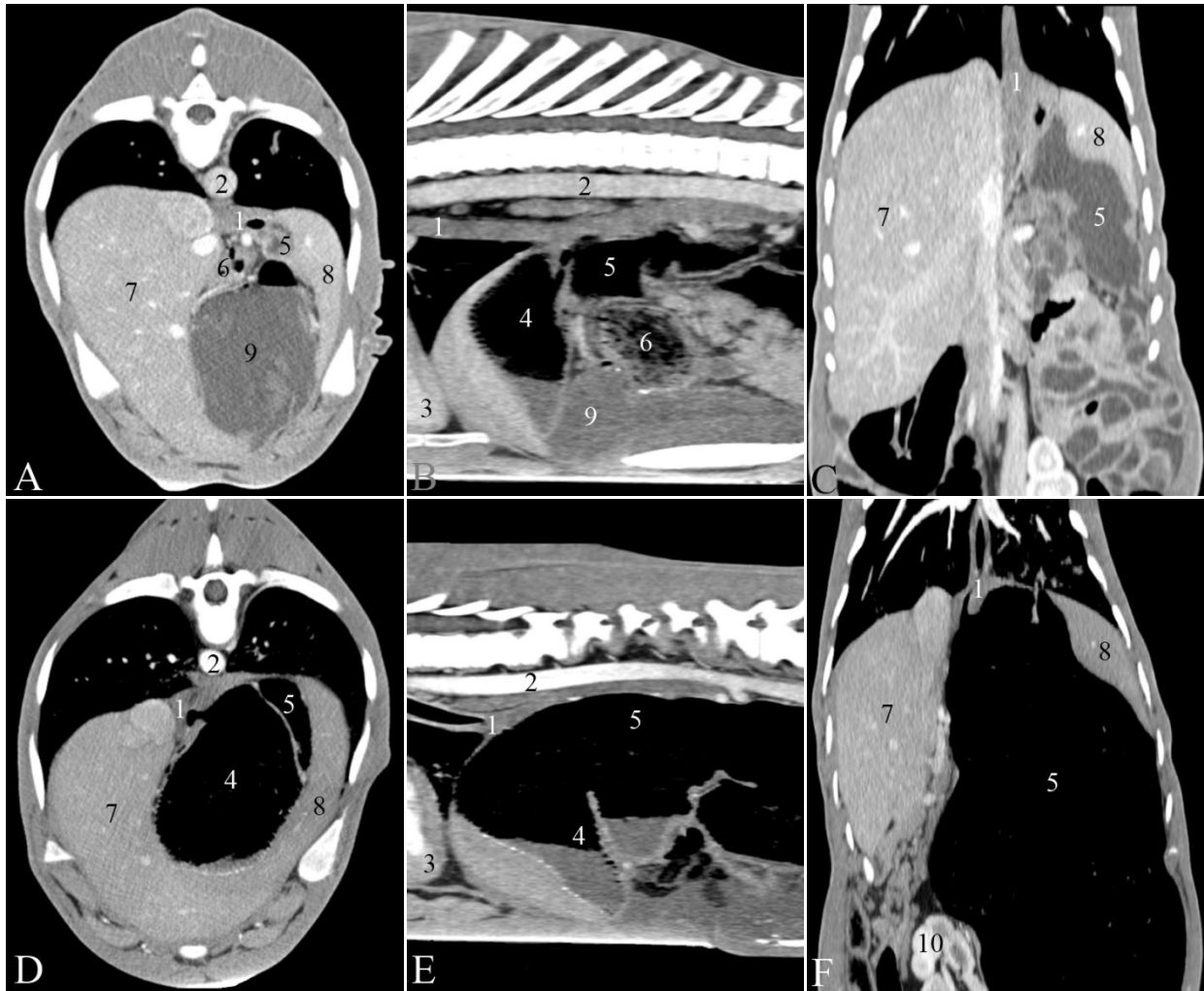


Abb. 16: CT-Befunde am Oesophagus eines 2 Tage (U1, A - C) und eines 42 Tage alten Kalbes (U3, D - F): In der transversalen Ebene auf Höhe des 10. Brustwirbels (A) bzw. des 11./12. Brustwirbels (D), in der sagittalen Ebene auf Höhe der Aorta abdominalis (B und E) und in der dorsalen Ebene auf Höhe des Hiatus (C und F). 1 Oesophagus, 2 Aorta abdominalis, 3 Apex cordis, 4 Reticulum, 5 Rumen, 6 Omasum, 7 Hepar, 8 Lien, 9 Abomasum, 10 Ren sinister

#### 6.2.2.2. Topographie der Mägen - Übersicht

Die Vormägen waren bei der U1 rudimentär ausgebildet und enthielten wenig homogenen Inhalt. Sie konnten nur schwer vom umliegenden Gewebe unterschieden werden. Auch der Pansenvorhof konnte bei der U1 nicht bei allen Kälbern erkannt werden. Der Pansen breitete sich links und kaudal der Haube aus. Bereits bei der U1 konnte die Aufteilung des Pansens in einen dorsalen und einen ventralen Pan-



sensack gesehen werden. Ab der U2 konnten die beiden Pansensäcke und der Labmagen gut von der Umgebung abgegrenzt werden. Über den Untersuchungszeitraum von 105 Tagen konnte eine starke Grössenzunahme aller drei Vormägen beobachtet werden. Die Haube lag am weitesten kranial, medial direkt an das Zwerchfell angrenzend. Rechts waren die Leber und links die Milz unmittelbar benachbart. Bei der U1 war die Haubenpansenfurche nur andeutungsweise sichtbar. Der Psalter konnte anhand seiner organotypischen Schleimhautfalten in jedem Alter erkannt werden. Allerdings erwies sich die Abgrenzung zur Umgebung bei der U1 noch als schwierig. Er lag rechts kaudal der Haube. Der Labmagen war bei der U1 prominent und blieb über die gesamte Untersuchungszeitspanne in etwa gleich gross. Er lag in der Medianen kaudal der Haube und verlief ventral des Psalters bis weit nach kaudal. Mit zunehmendem Volumen des Pansens wurde der Labmagen nach links lateral verdrängt. Der Pylorus und der Übergang ins Duodenum waren in jedem Alter gut identifizierbar.

### **6.2.2.3. Haube und Pansen**

#### **Topographie**

Der Pansen und die Haube konnten zwischen dem 6. Brustwirbel und dem Kreuzbein identifiziert werden (Abb. 17). Zwischen dem 12. Brust- und dem 2. Lendenwirbel konnten die Haube und der Pansen altersunabhängig bei allen Kälbern gesehen werden. Bei der U1 waren der Pansen und die Haube zwischen dem 9. Brust- und dem 5. Lendenwirbel darstellbar. Sie konnten über durchschnittlich  $7.0 \pm 0.71$  Wirbelkörperlängen hinweg verfolgt werden. Zwischen der U3 und der U4 nahm der Pansen massiv an Grösse zu. So erstreckte sich das Rumenoretikulum bei der U4 über  $11.2 \pm 1.64$  und bei der U5 bereits über  $14.2 \pm 1.30$  Wirbelkörperlängen. Bei der U6 reichte die Ausdehnung vom 6. Brustwirbel bis zum Sakrum und betrug durchschnittlich  $14.6 \pm 0.89$  Wirbelkörperlängen.

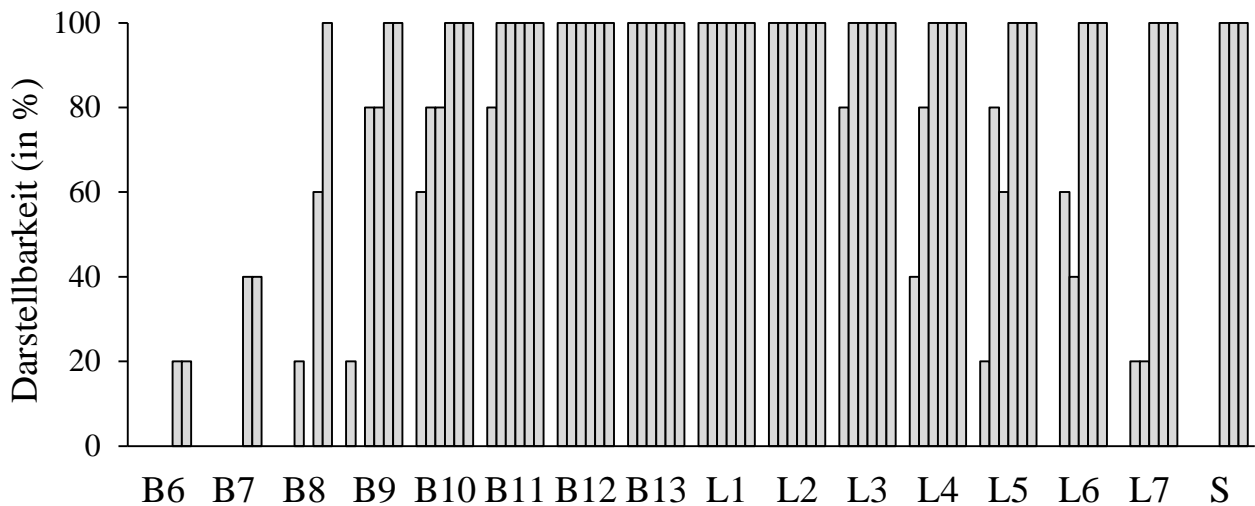


Abb. 17: Darstellbarkeit des Ruminoretikulums in Bezug auf die Brust- und Lendenwirbelsäule sowie das Sakrum bei 5 Kälbern. Die zu den einzelnen Brust- und Lendenwirbeln sowie dem Sakrum gehörenden Säulen repräsentieren die Darstellbarkeit des Ruminoretikulums während den CT-Untersuchungen 1 bis 6. B Brustwirbel, L Lendenwirbel, S Sakrum

#### 6.2.2.4. Haube

Die Haube (1) war bereits ab der U1 an ihrer wabenartig geformten Schleimhaut zu erkennen (Abb. 18). Sie lag links paramedian und kranial des Pansens (2) und grenzte kranial ab der U4 an die Milz (11) und an die Leber (10). Ab der U5 grenzte die Haube kraniodorsal, über das nicht darstellbare Zwerchfell, an die Lunge (8) und war kranioventral der Herzspitze unmittelbar benachbart. Rechts der Haube lag immer die Leber. Bei der U1 war in der Haube nur Flüssigkeit zu sehen. Bei den Folgeuntersuchungen konnte dorsal der Flüssigphase feste Ingesta dargestellt werden.

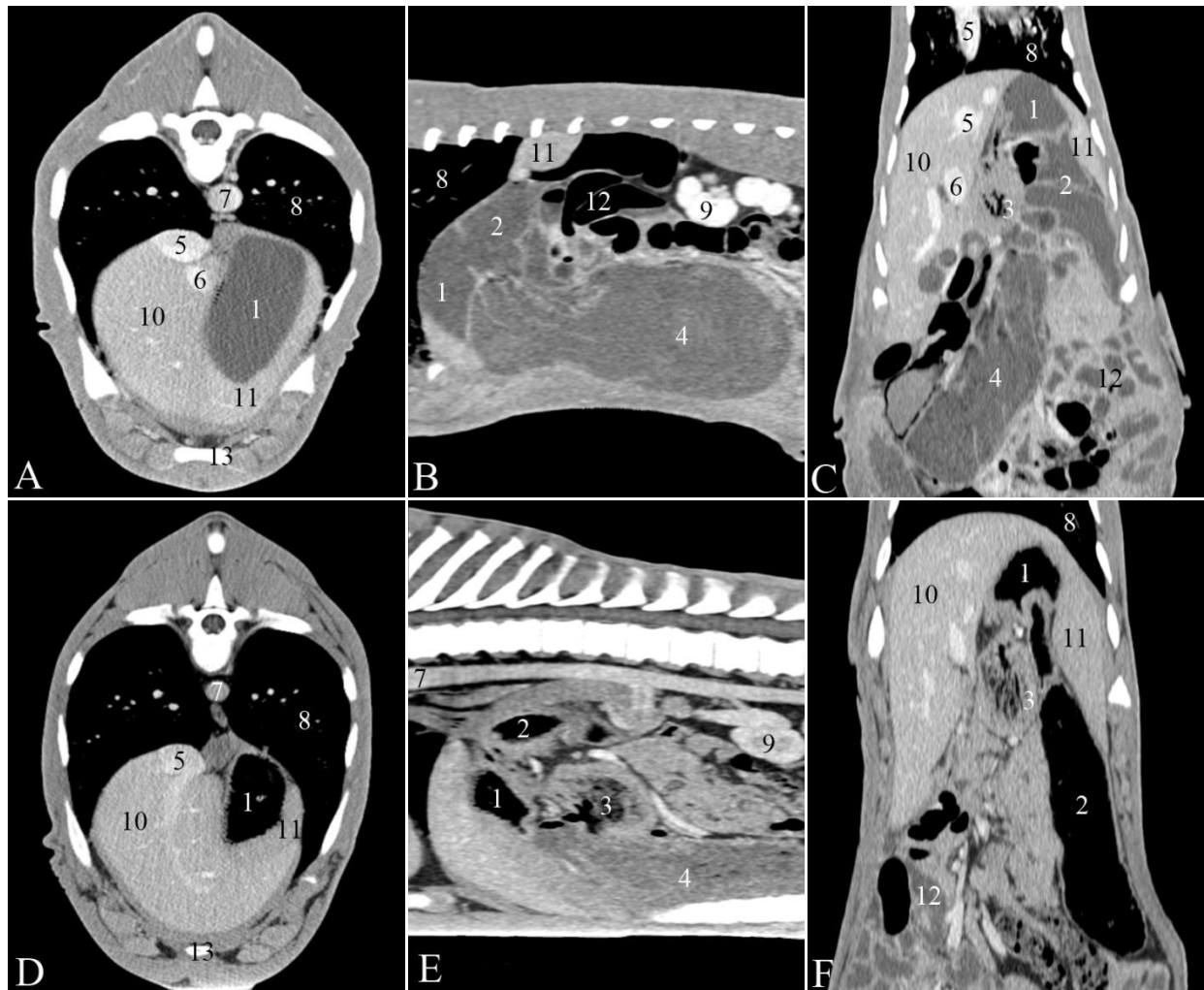


Abb. 18: CT-Befunde an der Haube eines 1 Tage alten Kalbes (U1, A - C) und eines 42 Tage alten Kalbes (U3, D - F): Transversale Ebene auf Höhe des 11. Brustwirbels (A und D), sagittale Ebene auf Höhe der linken Niere (B und E) und dorsale Ebene auf Höhe der V. cava caudalis (C und F). 1 Reticulum, 2 Rumen, 3 Omasum, 4 Abomasum, 5 V. cava caudalis, 6 V. portae, 7 Aorta abdominalis, 8 Pulmo sinister, 9 Ren sinister, 10 Hepar, 11 Lien, 12 Jejunum/Ileum, 13 Sternum

#### 6.2.2.5. Pansen

Die Unterteilung in einen ventralen (2) und einen dorsalen Pansensack (3) durch die Längsfurche war bereits ab der U1 gut zu sehen (Abb. 19). Bei der U1 war im dorsalen Pansensack Gas sichtbar, während der ventrale mit wenig flüssigem Inhalt gefüllt war, der sich isodens zu den restlichen Weichteilen darstellte. Eine Identifikation der Querfurchen war zu diesem Zeitpunkt noch nicht möglich. Die

Pansenhaubenfurche (12) war kranial des Pansens in der dorsalen sowie in der sagittalen Schnittebene bereits in den ersten Lebenstagen identifizierbar (Abb. 19 C, D). Der Pansenvorhof und die kaudalen Blindsäcke konnten ab der U2 bei allen Kälbern dargestellt werden. Über den gesamten Untersuchungszeitraum wurde eine massive Grössenzunahme des Pansens festgestellt. Als Folge davon wurde ein Teil der restlichen Abdominalorgane nach kranial und nach rechts verdrängt. Nach der Umstellung auf Raufutter im Anschluss an die U4 kam es zu einer doppelten bis dreifachen Zunahme der Länge und der Breite des Pansens. In der transversalen Ebene waren die Lagebeziehungen des Pansens zu den umliegenden Organen und sein Einfluss auf deren Position ersichtlich (Abb. 19 A, B; Abb. 20 A, B, C). Die kraniokaudale Ausdehnung des Pansens liess sich in der sagittalen Ebene am besten beurteilen (Abb. 19 C; Abb. 20 D). Zudem war in dieser Ebene der Übergang von der Haube (1) zum Pansenvorhof und in den ventralen Pansensack besonders gut zu erkennen. Der Pansen lag bei der U1 links der Medianen, kaudodorsal der Haube und des Psalters. Die Milz war ihm links unmittelbar benachbart. Mit zunehmender Grösse breitete sich der Pansen weiter nach kaudal aus, bis er schliesslich den gesamten linken Bauchraum einnahm. Der Pansenvorhof konnte links der medial gelegenen Haube lokalisiert werden und enthielt in jedem Alter flüssigen Inhalt, der sich isodens zu den Weichteilen verhielt. Die Pansenzotten waren im Bereich des festen Futterbreis nur andeutungsweise darstellbar. Ebenso konnte die Pansenfüllung im Weichteilfenster nur andeutungsweise erkannt werden (Abb. 19; 20).

### **Messungen am Ruminoretikulum**

Die Länge der Haube nahm während der Untersuchungsperiode von 4.1 cm (U1) auf 12.1 cm (U6) und die Breite von 3.7 cm (U1) auf 20.9 cm (U6) zu. Die Dicke der Haubenwand betrug bei der U1 0.34 cm und veränderte sich im Lauf der Zeit kaum. Bei der U1 betrug die Länge des Ruminoretikulums von der kranialen Haubengrenze bis zur kaudalen Begrenzung der Blindsäcke durchschnittlich 17.9 cm

(Tab. 4). Bei der U6 betrug die maximale Länge 61.7 cm. Die Breite des Pansens nahm in Abhängigkeit vom Alter ebenfalls stark zu. Sie betrug bei der U1 durchschnittlich 7.2 und bei der U6 35.7 cm. Durch die enorme Breitenzunahme des Pansens wurden sämtliche Abdominalorgane weit nach rechts dorsal verdrängt. Die Pansenhöhe betrug bei der U1 12.3 cm und bei der U6 30.5 cm. Die Pansenwanddicke nahm am dorsalen Messpunkt von durchschnittlich 0.20 cm (U1) auf 0.31 cm (U6) zu. Ähnliches gilt für die Pansenwanddicke im ventralen Messpunkt.

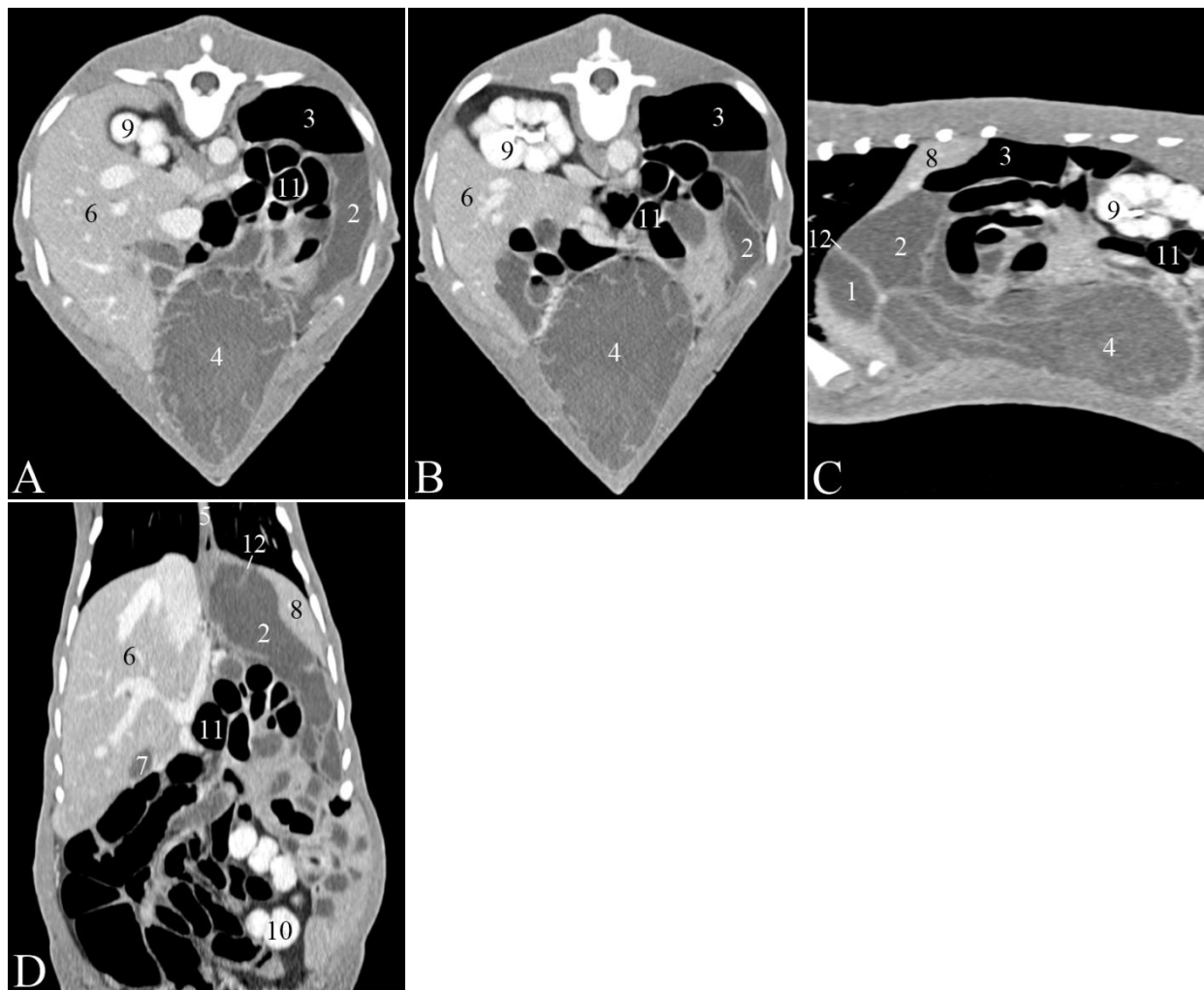


Abb. 19: CT-Befunde am Pansen eines 1 Tage alten Kalbes (U1): Transversale Ebene auf Höhe des 13. Brustwirbels (A) sowie des 2. Lendenwirbels (B), sagittale Ebene auf Höhe der linken Niere (C) und dorsale Ebene auf Höhe des Oesophagus (D). 1 Reticulum, 2 Saccus ruminis ventralis, 3 Saccus ruminis dorsalis, 4 Abomasum, 5 Oesophagus, 6 Hepar, 7 Vesica fellea, 8 Lien, 9 Ren dexter, 10 Ren sinister, 11 Jejunum/Ileum, 12 Plica ruminoreticularis

Tab. 4: Messungen an Oesophagus, Haube und Pansen bei 5 Kälbern ( $\bar{x} \pm s$ , Schwankungsbreite in Klammern, alle Messungen in cm)

Parameter	Untersuchung					
	1	2	3	4	5	6
Oesophagus, Durchmesser	$1.45 \pm 0.24^a$ (1.05 – 1.64)	$1.85 \pm 0.49^{a,\S}$ (1.17 – 2.39)	$2.02 \pm 0.22$ (1.79 – 2.26)	$2.34 \pm 0.39$ (1.82 – 2.81)	$2.57 \pm 0.65$ (2.02 – 3.58)	$2.65 \pm 0.24$ (2.27 – 2.86)
Haube, Länge	$4.1 \pm 1.39$ (2.9 – 6.2)	$7.0 \pm 2.85$ (3.0 – 10.0)	$6.4 \pm 2.37^a$ (3.5 – 8.6)	$10.1 \pm 3.12^{a,\S}$ (5.4 – 14.1)	$11.0 \pm 1.92$ (8.6 – 13.3)	$12.1 \pm 2.24$ (10.4 – 15.5)
Haube, Breite	$3.7 \pm 1.61^a$ (2.4 – 6.3)	$5.8 \pm 1.79^{a,b,\S}$ (4.1 – 8.6)	$8.1 \pm 2.52^b$ (5.0 – 11.4)	$9.8 \pm 1.33^c$ (8.4 – 11.2)	$16.2 \pm 4.0^{c,d}$ (10.3 – 20.7)	$20.9 \pm 4.09^d$ (16.3 – 25.0)
Haube, Wanddicke	$0.34 \pm 0.21$ (0.18 – 0.58)	$0.27 \pm 0.08$ (0.19 – 0.39)	$0.31 \pm 0.12$ (0.17 – 0.44)	$0.34 \pm 0.11$ (0.25 – 0.51)	$0.39 \pm 0.13$ (0.29 – 0.58)	$0.36 \pm 0.08$ (0.27 – 0.47)
Ruminoretikulum, Länge	$17.9 \pm 1.69^a$ (15.2 – 19.9)	$26.0 \pm 5.59^{a,b,\S}$ (17.7 – 33.4)	$32.3 \pm 4.63^{b,c}$ (26.6 – 39.4)	$38.5 \pm 6.27^{c,d}$ (30.3 – 45.4)	$55.7 \pm 7.11^d$ (47.3 – 64.1)	$61.7 \pm 4.6$ (56.9 – 67.8)
Pansen, Breite	$7.2 \pm 0.92^a$ (6.0 – 8.3)	$11.1 \pm 1.36^{a,b,\S}$ (9.6 – 12.9)	$14.1 \pm 2.89^{b,c}$ (11.8 – 18.0)	$17.8 \pm 2.66^{c,d}$ (15.9 – 22.5)	$31.5 \pm 7.23^d$ (23.2 – 41.6)	$35.7 \pm 1.58$ (33.7 – 37.3)
Pansen, Höhe	$12.3 \pm 2.51^a$ (9.3 – 14.6)	$18.9 \pm 1.49^{a,\S}$ (16.4 – 20.2)	$20.4 \pm 2.6$ (17.9 – 23.6)	$22.4 \pm 3.06^b$ (18.2 – 26.7)	$29.3 \pm 2.13^b$ (26.6 – 31.9)	$30.5 \pm 2.15$ (28.3 – 33.5)
Pansen, Wanddicke dorsal	$0.20 \pm 0.03$ (0.16 – 0.22)	$0.24 \pm 0.05$ (0.17 – 0.31)	$0.23 \pm 0.04$ (0.18 – 0.27)	$0.23 \pm 0.07$ (0.14 – 0.32)	$0.24 \pm 0.07$ (0.17 – 0.34)	$0.31 \pm 0.06^\S$ (0.26 – 0.42)
Pansen, Wanddicke ventral	$0.23 \pm 0.03$ (0.17 – 0.25)	$0.24 \pm 0.06$ (0.17 – 0.30)	$0.22 \pm 0.05$ (0.16 – 0.28)	$0.31 \pm 0.11$ (0.16 – 0.41)	$0.31 \pm 0.03^\S$ (0.27 – 0.36)	$0.33 \pm 0.04$ (0.30 – 0.39)

<sup>a, b, c, d</sup>: Gleiche Indizes bedeuten einen signifikanten Unterschied zwischen den Messdaten ( $P \leq 0.05$ )

<sup>\S</sup>: Erster signifikanter Unterschied zur Untersuchung 1 ( $P \leq 0.05$ )

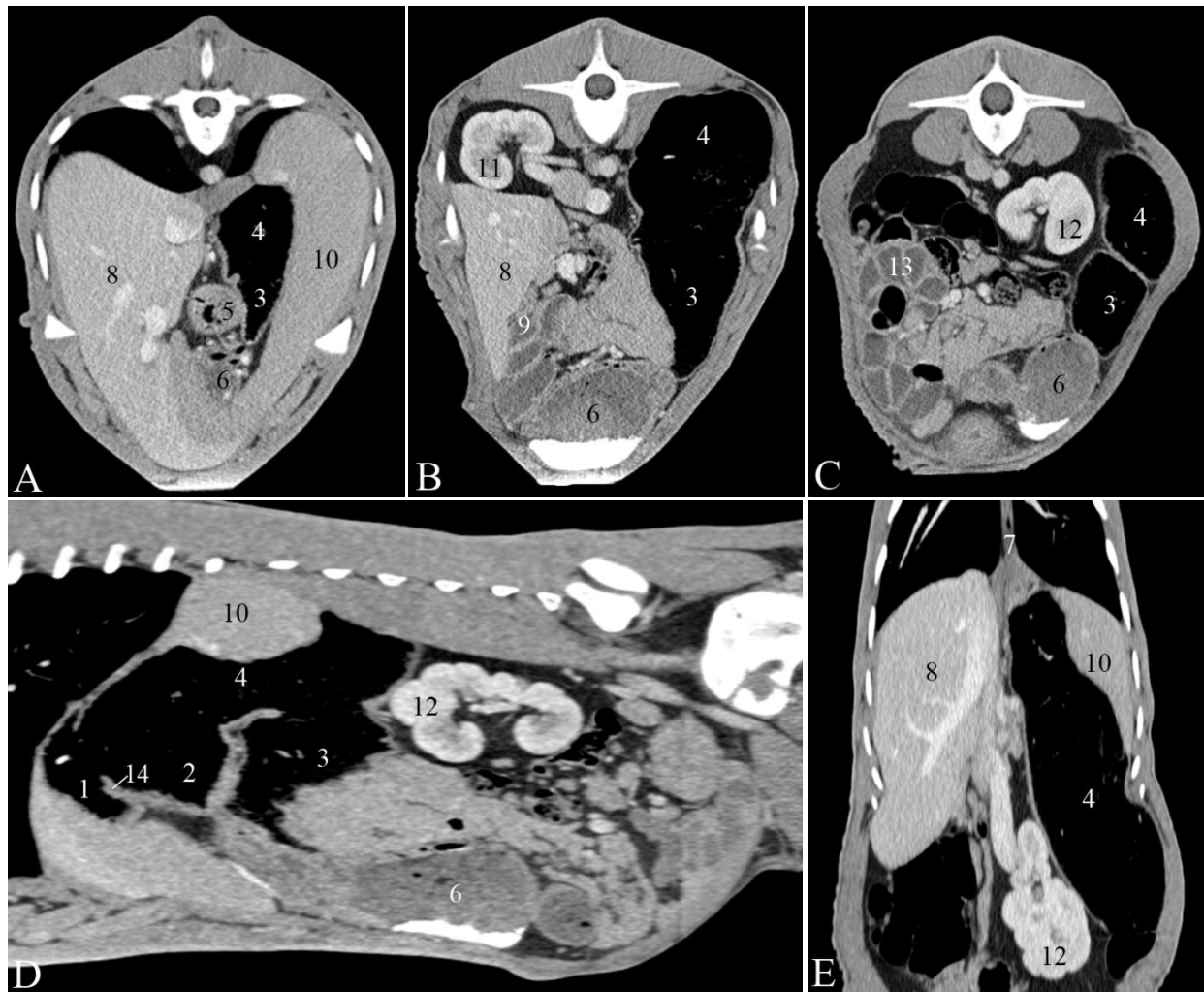


Abb. 20: CT-Befunde am Pansen eines 42 Tage alten Kalbes (U3): Transversale Ebene auf Höhe des 13. Brustwirbels (A) sowie des 3. (B) und 6. Lendenwirbels (C), linkssagittale Ebene auf Höhe der linken Niere (D) und dorsale Ebene auf Höhe des Oesophagus (E). 1 Reticulum, 2 Atrium ruminis, 3 Saccus ruminis ventralis, 4 Saccus ruminis dorsalis, 5 Omasum, 6 Abomasum, 7 Oesophagus, 8 Hepar, 9 Vesica fellea, 10 Lien, 11 Ren dexter, 12 Ren sinister, 13 Jejunum/Ileum, 14 Plica ruminoreticularis

### Ingestafenster

Die typische Pansenschichtung war bei der U1 noch nicht erkennbar. Der Pansen enthielt jedoch eine deutliche dorsale Gasphase, deren Anteil an der Gesamthöhe des Pansens durchschnittlich 2.8 cm betrug, und eine ausgeprägte ventrale Flüssigphase mit einem Ausmass zwischen 5.8 und 11.6 cm (Tab. 5). Schon ab der U2

konnte die zwischen Gas- und Flüssigphase gelegene Festphase gesehen werden, die ab diesem Zeitpunkt den grössten Teil des Panseninhalts ausmachte (Abb. 21). Das zweitgrösste Kompartiment war die dorsale Gasphase und das kleinste die ventrale Flüssigphase. Die Grössenentwicklung der drei Phasen ist in der Tab. 5 dargestellt.

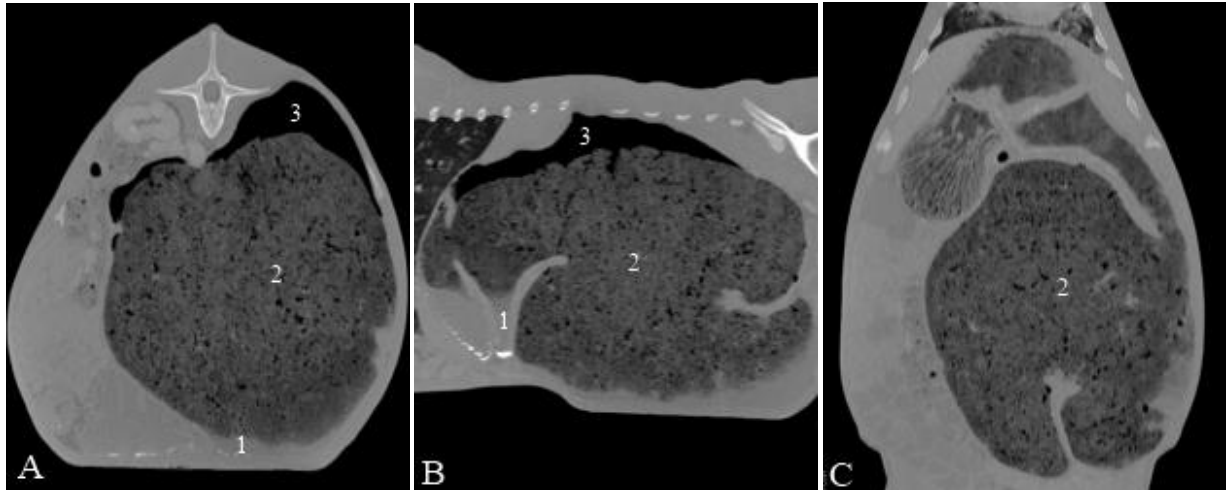


Abb. 21: CT-Befunde der Pansenschichtung eines 103 Tage alten Kalbes (U6) im Ingesta-Fenster in der transversalen (A), der sagittalen (B) und der dorsalen Ebene (C). 1 Ventrale Flüssigphase, 2 Mittlere Festphase, 3 Dorsale Gasphase

#### 6.2.2.6. Psalter

##### Topographie des Psalters

Über die gesamte Untersuchungszeit gesehen konnte der Psalter zwischen dem 8. Brust- und dem 2. Lendenwirbel dargestellt werden (Abb. 22). Bei der U1 lag er zwischen dem 12. Brust- und dem 2. Lendenwirbel und reichte durchschnittlich über  $2.2 \pm 0.84$  Wirbelkörperlängen. Bei der U6 konnte er bei allen Kälbern zwischen dem 11. und 12. Brustwirbel identifiziert werden und breitete sich durchschnittlich über  $4.4 \pm 0.55$  Wirbelkörperlängen aus. Im Lauf der ersten 105 Lebenstage fand eine Verlagerung des Psalters nach kranial statt.



Tab. 5: Pansenschichtung im Bereich der maximalen Pansenhöhe bei 5 Kälbern ( $\bar{x} \pm s$ , Schwankungsbreite in Klammern, alle Messungen in cm)

Parameter	Untersuchung					
	1	2	3	4	5	6
Dorsale Gas-phase	$2.8 \pm 0.62$ (2.1 – 3.5)	$3.9 \pm 1.49$ (2.1 – 6.1)	$3.7 \pm 0.63^{\S}$ (3.1 – 4.7)	$4.7 \pm 1.9$ (2.1 – 7.5)	$5.8 \pm 2.74$ (2.1 – 9.2)	$4.8 \pm 1.35$ (2.5 – 6.2)
Mittlere Fest-phase	-	$13.2 \pm 3.09^{a,\S}$ (8.7 – 16.3)	$16.3 \pm 3.1^a$ (13.3 – 20.0)	$17.0 \pm 1.57^b$ (15.4 – 19.2)	$23.3 \pm 2.62^b$ (18.9 – 25.5)	$25.2 \pm 1.39$ (24.0 – 27.4)
Ventrale Flüssigphase	$9.3 \pm 2.71^a$ (5.8 – 11.6)	$1.8 \pm 1.88^{a,\S}$ (0 – 4.9)	$0.36 \pm 0.81$ (0 – 1.8)	$0.60 \pm 0.59$ (0 – 1.3)	$0.19 \pm 0.43$ (0-0.97)	$0.51 \pm 0.49$ (0 – 1.0)

<sup>a, b</sup>: Gleiche Indizes bedeuten einen signifikanten Unterschied zwischen den Messdaten ( $P \leq 0.05$ )

<sup>\S</sup>: Erster signifikanter Unterschied zur Untersuchung 1 ( $P \leq 0.05$ )

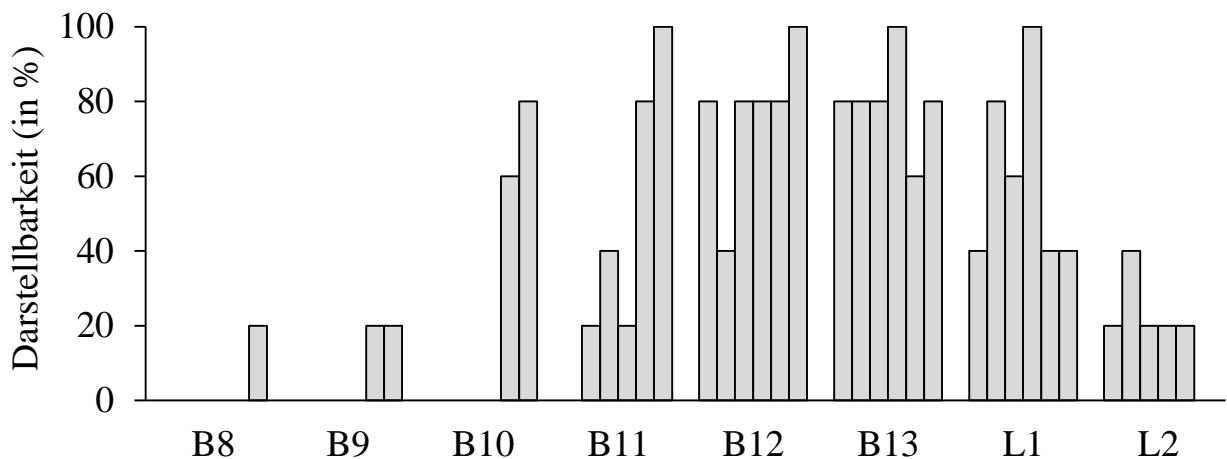


Abb. 22: Darstellbarkeit des Psalters in Bezug auf die Brust- und Lendenwirbelsäule bei 5 Kälbern. Die zu den einzelnen Brust- und Lendenwirbeln gehörenden Säulen repräsentieren die Darstellbarkeit des Psalters zu den Untersuchungszeitpunkten 1 bis 6. B Brustwirbel, L Lendenwirbel

Der Psalter (5) wies eine runde bis ovale Form auf und konnte am besten in der sagittalen oder in der dorsalen Ebene beurteilt werden (Abb. 23 B, C, E, F). Er war als Folge seines unverwechselbaren Aussehens altersunabhängig sehr gut von den restlichen Mägen zu unterscheiden. Die Psalterblätter waren als weichteildichte Septen, die von der Psalterwand ins Lumen ragten, erkennbar (Abb. 23 A, D). Ab der U4 konnten grosse und kleine Blätter unterschieden werden. Der Inhalt bestand bei der U1 aus Flüssigkeit und Gas und ab der U4 aus festem Inhalt. Am Übergang zum Labmagen (6) konnte vereinzelt wenig Gas identifiziert werden.

### Messungen am Psalter

Die durchschnittliche Länge des Psalters betrug bei der U1 6.4 und bei der U6 15.9 cm (Tab. 6). Die durchschnittliche Wanddicke schwankte zwischen 0.23 und 0.35 cm.

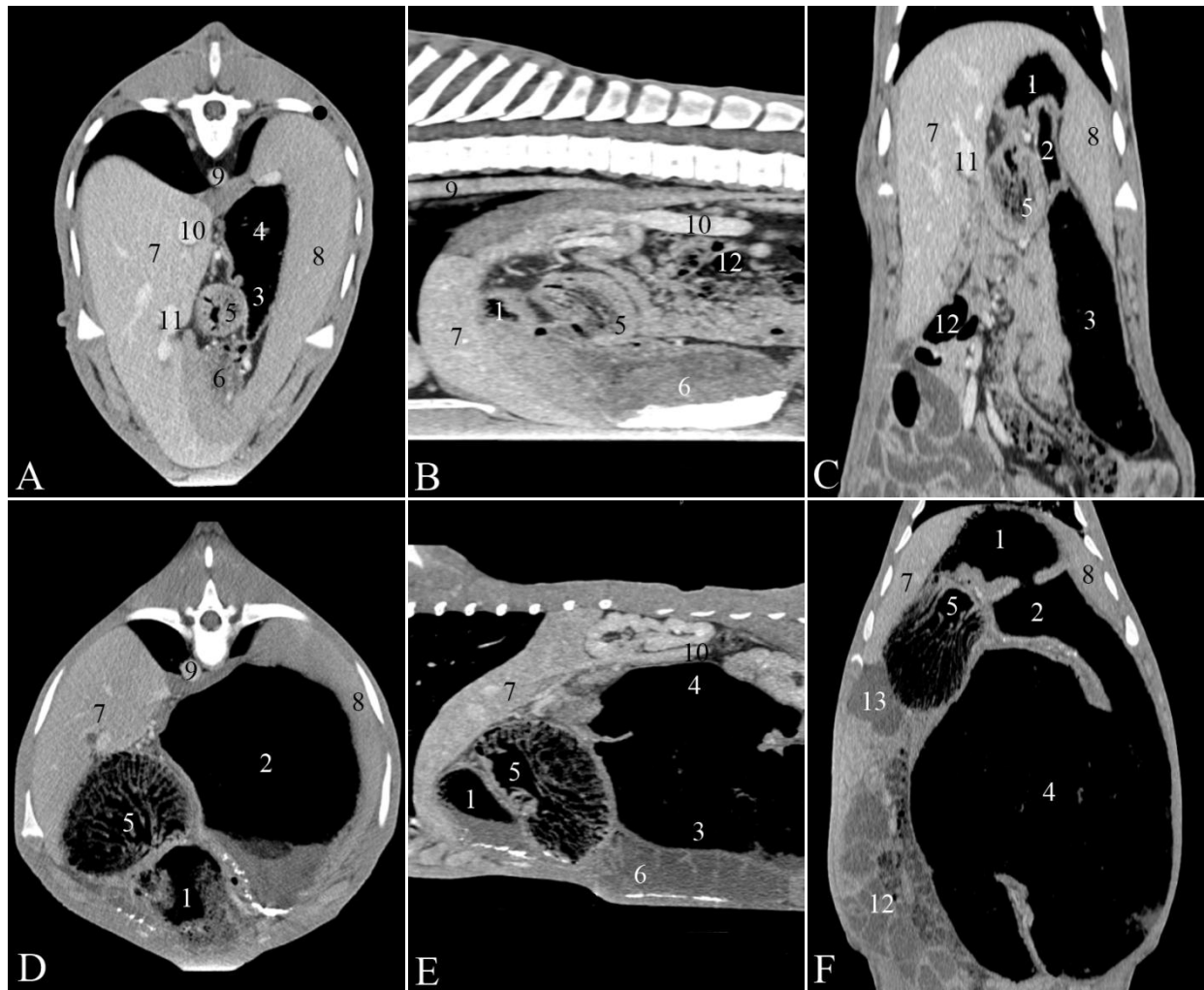


Abb. 23: CT-Befunde am Psalter eines 42 Tage (U3, A - C) und eines 105 Tage alten Kalbes (U6, D - F): Transversale Ebene auf Höhe des 13. (A) und des 12. Brustwirbels (D), sagittale Ebene auf Höhe der Aorta (B) und der V. cava caudalis (E), dorsale Ebene auf Höhe der V. portae (C) und der Gallenblase (F). 1 Reticulum, 2 Atrium ruminis, 3 Saccus ruminis ventralis, 4 Saccus ruminis dorsalis, 5 Omasum, 6 Abomasum, 7 Hepar, 8 Lien, 9 Aorta abdominalis, 10 V. cava caudalis, 11 V. portae, 12 Jejunum/Ileum, 13 Vesica fellea

Tab. 6: Messungen am Psalter bei 5 Kälbern ( $\bar{x} \pm s$ , Schwankungsbreite in Klammern), alle Messungen in cm

Parameter	Untersuchung					
	1	2	3	4	5	6
Länge	$6.4 \pm 1.67$ (4.1 – 8.1)	$7.8 \pm 1.34^a$ (6.2 – 9.4)	$9.1 \pm 1.34^{a,b}$ (7.8 – 10.7)	$10.8 \pm 1.75^{b,\S}$ (8.3 – 12.6)	$12.9 \pm 0.97^c$ (12.0 – 14.4)	$15.9 \pm 1.14^c$ (14.5 – 17.2)
Wanddicke	$0.29 \pm 0.10$ (0.18 – 0.42)	$0.23 \pm 0.04$ (0.17 – 0.28)	$0.35 \pm 0.28$ (0.16 – 0.84)	$0.29 \pm 0.10$ (0.17 – 0.43)	$0.33 \pm 0.12$ (0.21 – 0.46)	$0.32 \pm 0.08$ (0.20 – 0.40)

<sup>a, b, c</sup>: Gleiche Indizes bedeuten einen signifikanten Unterschied zwischen den Messdaten ( $P \leq 0.05$ )

<sup>\S</sup>: Erster signifikanter Unterschied zur Untersuchung 1 ( $P \leq 0.05$ )

### 6.2.2.7. Labmagen

#### Topographie des Labmagens

Der Labmagen konnte zwischen dem 8. Brustwirbel und dem Sakrum dargestellt werden (Abb. 24). Bei der U1 war er bei allen Tieren zwischen dem 1. Lendenwirbel und dem Sakrum zu erkennen und reichte durchschnittlich über  $10.2 \pm 1.52$  Wirbelkörperlängen. Bei der U6 war der Labmagen zwischen dem 12. Brust- und dem 1. Lendenwirbel bei allen Tieren lokalisierbar und konnte durchschnittlich über  $7.4 \pm 1.14$  Wirbelkörperlängen dargestellt werden.

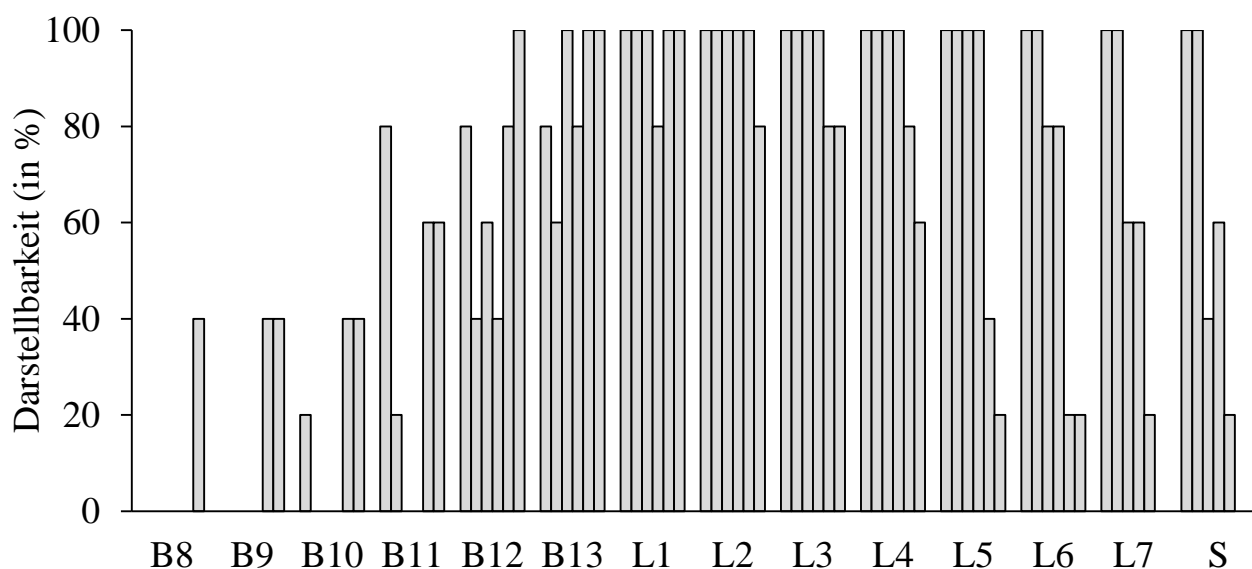


Abb. 24: Darstellbarkeit des Labmagens in Bezug auf die Brust- und Lendenwirbelsäule sowie das Sakrum bei 5 Kälbern. Die zu den einzelnen Brust- und Lendenwirbeln sowie dem Sakrum gehörenden Säulen repräsentieren die Darstellbarkeit des Labmagens während der Untersuchungen 1 bis 6. B Brustwirbel, L Lendenwirbel, S Sakrum

Der Labmagen (1) war bei der U1 der grösste der vier Mägen (Abb. 25 A - C). Er lag ventral der Bauchwand an, grenzte kranial an die Haube (3) und reichte kaudal bis ins Becken. Links kranial des Labmagens lag die Milz (9) und kaudal davon war der Pansen (5) benachbart. Rechts kranial konnte die Leber (6) lokalisiert werden, weiter kaudal schloss sich das Dünndarmkonvolut (10) an. Der kaudalste

Anteil des Organs bildete zu jedem Untersuchungszeitpunkt die Umschlagstelle nach kranial. Der Labmagen verjüngte sich in diesem Bereich und lief in einen spitzwinklig zum Labmagenkörper stehenden Schenkel zum Pylorus hin aus. Der Pylorus (2) war in jedem Alter gut zu erkennen und wies eine nach aussen hin runde und im Lumen unregelmässige sternförmige Struktur auf, die sich nach kranial ins dünnwandige Duodenum (11) öffnete (Abb. 25 C, F). Der Labmagen und der Pylorus waren lageinstabil.

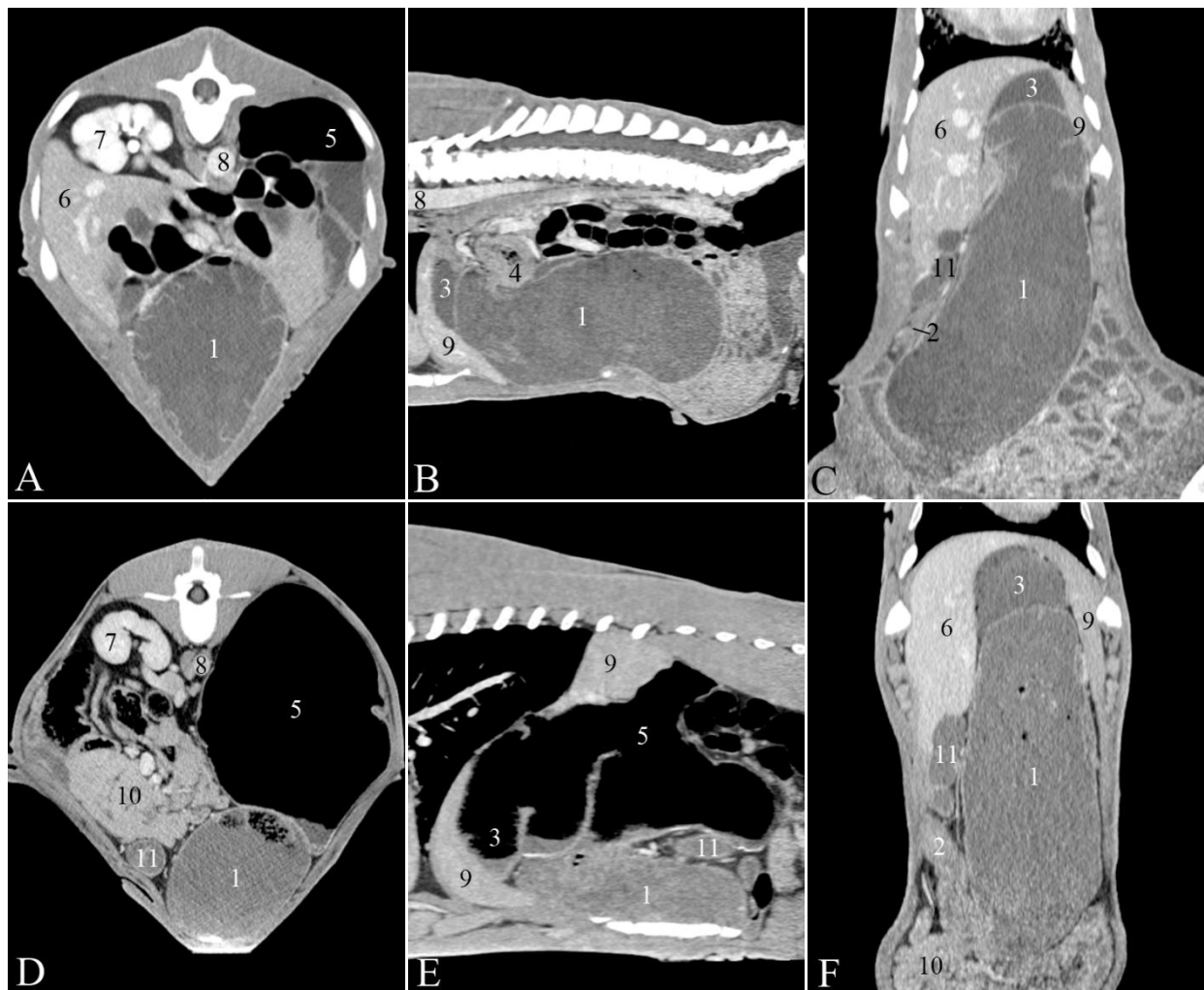


Abb. 25: CT-Befunde am Labmagen eines 1 Tag alten (U1, A - C) und eines 42 Tage alten Kalbes (U6, D - F): Transversale Ebene auf Höhe des 2. Lendenwirbels (A, D), sagittale Ebene auf Höhe der Aorta abdominalis (B) bzw. des Pansenvorhofs (E) und dorsale Ebene auf Höhe der Herzspitze (C) bzw. des Pylorus (F). 1 Abomasum, 2 Pylorus, 3 Reticulum, 4 Omasum, 5 Rumen, 6 Hepar, 7 Ren dexter, 8 Aorta abdominalis, 9 Lien, 10 Leere Jejunalschlingen, 11 Duodenum

Je nach Gasgehalt konnte die Lokalisation zum Teil stark variieren. Der Pylorus war bei der U1 meist rechts dorsal, bei der U2 links dorsal und ab der U3 rechts ventral zu sehen. Die Labmagenschleimhautfalten waren ab der U1 als in das Labmagenumen hineinreichende Strukturen darstellbar. Sie verhielten sich zum Mageninhalt hyperdens (Abb. 25 A). Bei den ersten beiden Untersuchungen war koagulierte Milch sichtbar, die sich durch eine hohe Dichte und eine unregelmässige Form auszeichnete (Abb. 25 B, C). Der Labmagen enthielt in jedem Alter flüssigen Inhalt und konnte eine sehr variable Menge an Gas enthalten.

### **Messungen am Labmagen**

Die Länge des Labmagens änderte sich während der Untersuchungsperiode nicht. Sie lag bei der U1 und der U6 bei durchschnittlich 30.9 cm (Tab. 7). Im Gegenzug dazu nahm das Ausmass der Breite signifikant zu ( $P < 0.05$ ). Die Labmagenbreite betrug bei der U1 durchschnittlich 10.6 cm und bei der U6 17.3 cm. Die Wanddicke des Labmagens änderte sich kaum.

#### **6.2.2.8. Schlundrinne**

Die Schlundrinne (1) konnte bei allen Kälbern in jedem Alter dargestellt werden (Abb. 26). In den meisten Fällen enthielt sie Gas. Die Rinnen bildende Schleimhaut war etwas dichter als das umliegende Gewebe (Abb. 26 B). Sie verlief vom Oesophagus (2) ausgehend innerhalb der Haube (3) an der medialen Wand, direkt benachbart zur Leber, nach ventral, wo sie an der Ventralfläche des Psalters (5) in diesen überging. Auch im Psalter konnte ventral ein Lumen identifiziert werden, bei dem es sich um die Psalterrinne handelte, die nur wenig weiter kaudal in den Labmagen (6) überging.

### **Magen- und Darminhalt**

Bei allen Kälbern konnte ab der U2 mineralreiches Sediment im ventralen Bereich des Labmagens (4) und in den Haubenwaben gesehen werden, das zum Teil im

Duodenum (5) oder in einzelnen Fällen sogar in den kaudalen Darmanteilen identifiziert werden konnte (Abb. 27).

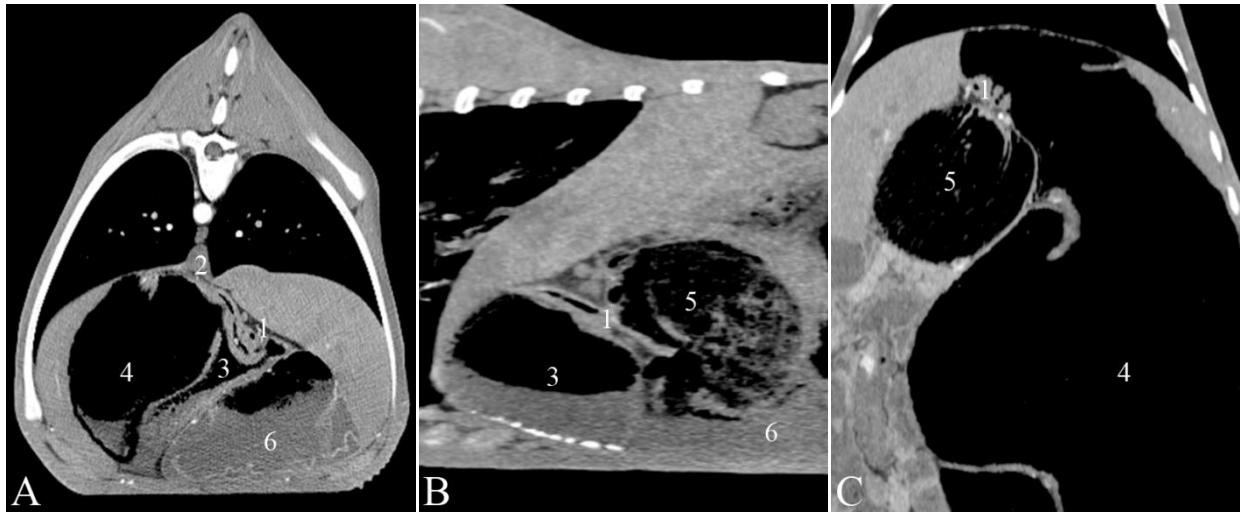


Abb. 26: Darstellung der Schlundrinne bei 2 Kälbern im Alter von 105 Tagen (U6): Transversale Ebene auf Höhe des 9. Brustwirbels (A), sagittale Ebene auf Höhe des Psalters (B) und dorsale Ebene auf Höhe der Gallenblase (C). 1 Schlundrinne, 2 Oesophagus, 3 Reticulum, 4 Rumen, 5 Omasum, 6 Abomasum

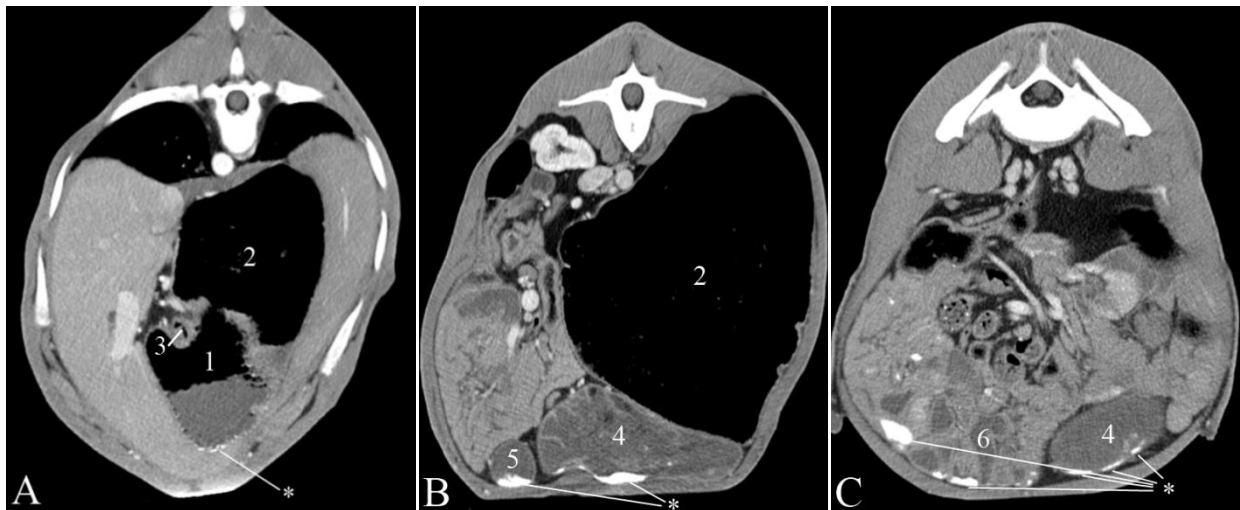


Abb. 27: Mineraldichtes Sediment im Labmagen und im Duodenum eines 63 Tage alten Kalbes (U4): Transversale Ebene auf Höhe des 12. Brustwirbels (A), des 4. Lendenwirbels (B) und des Kreuzbeins (C). 1 Reticulum, 2 Rumen, 3 Schlundrinne, 4 Abomasum, 5 Pars cranialis duodeni, 6 Jejunum/Ileum, \* Mineraldichtes Sediment



Tab. 7: Messungen am Labmagen bei 5 Kälbern ( $\bar{x} \pm s$ , Schwankungsbreite in Klammern, alle Messungen in cm)

Parameter	Untersuchung					
	1	2	3	4	5	6
Länge	$30.9 \pm 5.04$ (25.2 – 35.6)	$29.1 \pm 5.08$ (20.5 – 32.8)	$31.2 \pm 6.3$ (23.8 – 38.9)	$30.2 \pm 5.2$ (23.0 – 34.1)	$30.7 \pm 3.2$ (26.0 – 34.9)	$30.9 \pm 3.82$ (27.2 – 35.5)
Breite	$10.6 \pm 2.24$ (8.5 – 14.1)	$11.2 \pm 2.04$ (8.8 – 13.7)	$11.5 \pm 2.57^{a,\S}$ (9.5 – 15.7)	$15.1 \pm 2.23^a$ (13.4 – 18.8)	$16.5 \pm 2.70$ (13.8 – 19.9)	$17.3 \pm 1.16$ (16.1 – 18.9)
Wanddicke	$0.23 \pm 0.06$ (0.17 – 0.32)	$0.25 \pm 0.06$ (0.19 – 0.34)	$0.28 \pm 0.04^{\S}$ (0.23 – 0.34)	$0.26 \pm 0.08$ (0.16 – 0.36)	$0.31 \pm 0.03$ (0.28 – 0.36)	$0.31 \pm 0.07$ (0.22 – 0.40)

<sup>a</sup>: Signifikanter Unterschied zwischen den Messdaten ( $P \leq 0.05$ )

<sup>\S</sup>: Erster signifikanter Unterschied zur Untersuchung 1 ( $P \leq 0.05$ )

### **6.2.2.9. Darm**

Die Unterscheidung von Dün- und Dickdarm war möglich. Eine weitere Differenzierung der einzelnen Darmabschnitte erwies sich in vielen Fällen als schwierig. Um den Verlauf zu verfolgen, war deshalb die Darstellung in allen 3 Ebenen gleichzeitig erforderlich. Der Dünndarm zeichnete sich durch seinen geringeren Durchmesser und seinen flüssigen und somit homogenen Inhalt aus, der sich hypodens zur Darmwand verhielt (Abb. 28). Zum Teil enthielten die Dünndärme gasigen Inhalt, was die Abgrenzung zu den Dickdärmen erschwerte. Dickdärme enthielten viel Gas oder inhomogenen Inhalt. Eine Abgrenzung der Darmwände von der Umgebung sowie zur Ingesta war sowohl bei den Dün- als auch bei den Dickdärmen gut möglich.

### **Topographie**

#### **Dünndarm**

Die Pars cranialis des Duodeni (1) verlief kranial des Pylorus (5), parallel zum Labmagen (4) zur kaudalen Lebergrenze (Abb. 28 D - F): Zum Teil konnte die Pars descendens des Duodeni anhand des umgebenden Netzes und der dickeren Darmwand sowie der anatomisch konstanten Lage erkannt werden. Zudem verhielt sich die Serosa dieses Darmabschnitts hyperdens zur Serosa der übrigen Därme. Das Duodenum konnte auf Grund seines grösseren Durchmessers vom Jejunum und Ileum unterschieden werden. Das Weiterverfolgen des Duodeni sowie die Unterteilung von Jejunum und Ileum erwies sich als unmöglich. Der Dünndarm lag bei den U1 und U2 links der Medianen, dorsal des Labmagens und kaudal des Pansens (Abb. 28 A - C). Durch die Zunahme der Vormagenvolumina wurden die Dünndärme nach rechts verschoben, sodass sie kaudal der Leber (6) lagen (Abb. 28 E). Sie waren der rechten Bauchwand direkt anliegend und dem Pansen (3), der linken Niere (10) und dem Labmagen unmittelbar benachbart. Der Inhalt stellte sich bei der U1 vornehmlich als Gas dar (Abb. 28 A - C). Ab der U2 enthielten die Därme ventral flüssige, homogene Ingesta und dorsal Gas (Abb. 28

E). Altersunabhängig konnten viele leere Därme dargestellt werden, die sich als stark kontrastmittelanreichernde Strukturen ohne Lumen darstellten (14).



Abb. 28: CT-Befunde am Dünndarm eines 1 Tage alten Kalbes (U1; A - C) und eines Kalbes im Alter von 42 Tagen (U3; D - E). Von links nach rechts in der transversalen Ebene auf Höhe des 3. Lendenwirbels (A, D), in der sagittalen Ebene auf Höhe der Aorta abdominalis (B) bzw. auf Höhe der Gallenblase (E) und der dorsalen Ebene auf Höhe der Aorta abdominalis (C) bzw. auf Höhe des Pylorus (F). 1 Pars cranialis duodeni, 2 Jejunum/Ileum, 3 Rumen, 4 Abomasum, 5 Pylorus, 6 Hepar, 7 Vesica fellea, 8 Lien, 9 Ren dexter, 10 Ren sinister, 11 Aorta abdominalis, 12 V. cava caudalis, 13 V. mesenterialis cranialis, 14 Omentum/leere Jejunalschlingen, 15 Pankreas

## **Dickdarm**

Der Dickdarm lag im kaudodorsalen Abschnitt des Abdomens (Abb. 29). In der dorsalen Ebene konnte die typische Anordnung des Colons (1) um die Gekröseplatte beobachtet werden (Abb. 29 F). Nach der Kontrastmittelverabreichung konnte der Verlauf der V. mesenterialis cranialis (12) vom Gekröse des Colons zur V. portae (12) dargestellt werden. Das Spiralcolon konnte vom Blinddarm (2) anhand des kleineren Durchmessers unterschieden werden. Bis zur U4 konnte der Blinddarm nicht in allen Fällen aufgefunden werden. Er wies in Bezug auf seine Lage eine gewisse Variation auf und konnte dorsal der Colonscheibe, von rechts lateral nach kaudomedial, oder rechts entlang der Bauchwand verlaufend, aufgefunden werden. Das blinde Ende zeigte stets nach kaudal und konnte bis in die Beckenhöhle hinein ragen. Das Rektum war im Beckenbereich gut zu identifizieren. Eine weitere Unterteilung der Dickdärme war nicht möglich.

## **Messungen**

### **Dünndarm**

Die Pars cranialis des Duodenum wies bei der U1 einen mittleren Durchmesser von 1.9 cm auf (Tab. 8). Die Wanddicke betrug an derselben Stelle durchschnittlich 0.17 cm. Der mittlere Durchmesser der restlichen Dünndärme lag zu diesem Zeitpunkt bei 1.4 cm mit einer Wanddicke von 0.24 cm. Ab der U3 waren der Durchmesser des Duodenum und derjenige der restlichen Dünndärme signifikant grösser als bei der U1 ( $P \leq 0.05$ ). Die Wanddicke der verschiedenen Dünndarmabschnitte änderte sich dagegen während der Untersuchungsperiode nicht signifikant.

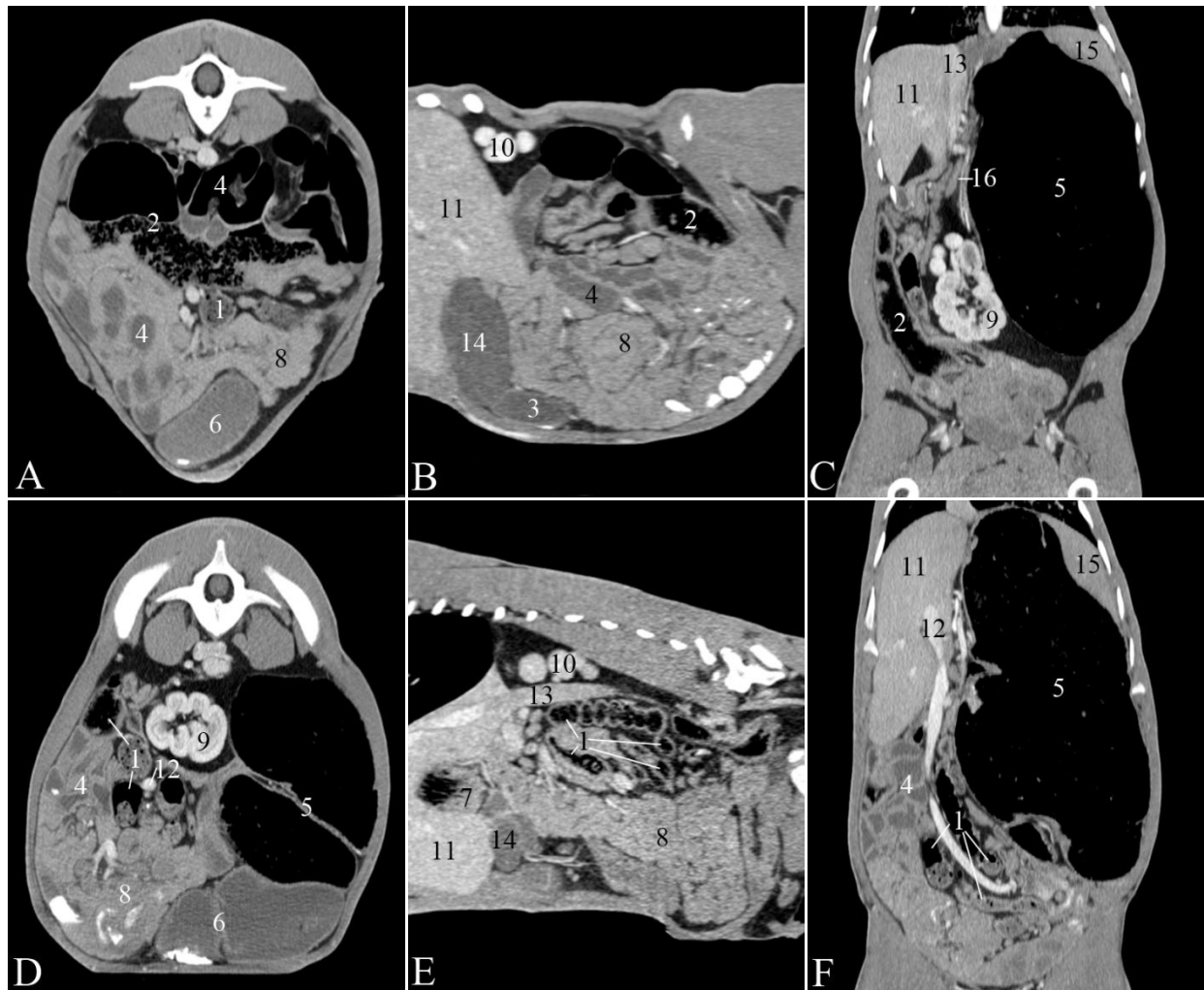


Abb. 29: CT-Befunde am Dickdarm eines 42 Tage alten Kalbes (U3). Von links nach rechts in der transversalen Ebene auf Höhe des 6. Lendenwirbels (A), in der rechtssagittalen Ebene auf Höhe der Gallenblase (B), in der dorsalen Ebene auf Höhe der V. cava caudalis (C), in der transversalen Ebene auf Höhe des 7. Lendenwirbels (D), in der rechtssagittalen Ebene auf Höhe des Psalters (E) und der dorsalen Ebene auf Höhe der V. portae (F). 1 Ansa spiralis coli, 2 Caecum, 3 Duodenum pars cranialis, 4 Jejunum/Ileum, 5 Rumen, 6 Abomasum, 7 Omasum, 8 Omentum/leere Jejunalschlingen, 9 Ren sinister, 10 Ren dexter, 11 Hepar, 12 V. portae/V. mesenterialis cranialis, 13 V. cava caudalis, 14 Vesica fellea, 15 Lien, 16 Pankreas

Tab. 8: Messungen am Dün- und Dickdarm von 5 Kälbern ( $\bar{x} \pm s$ , Schwankungsbreite in Klammern, Messungen in cm)

Parameter	Untersuchung					
	1	2	3	4	5	6
Duodenum, Durchmesser Pars cranialis	$1.9 \pm 0.32$ (1.4 – 2.2)	$2.3 \pm 0.64$ (1.6 – 2.9)	$3.0 \pm 0.31^{\S}$ (2.7 – 3.4)	$3.4 \pm 0.68$ (2.4 – 4.3)	$3.6 \pm 1.01$ (1.9 – 4.4)	$3.6 \pm 1.35$ (1.7 – 5.3)
Duodenum, Wanddicke Pars cranialis	$0.17 \pm 0.05^a$ (0.12 – 0.23)	$0.20 \pm 0.02^{a,\S}$ (0.19 – 0.24)	$0.18 \pm 0.06^b$ (0.13 – 0.27)	$0.27 \pm 0.05^b$ (0.23 – 0.36)	$0.27 \pm 0.07$ (0.18 – 0.36)	$0.27 \pm 0.08$ (0.20 – 0.40)
Dünndarm, Durchmesser	$1.4 \pm 0.46$ (1.1 – 2.7)	$1.9 \pm 0.69^a$ (1.0 – 2.9)	$2.1 \pm 0.45^{a,\S}$ (1.5 – 2.7)	$2.1 \pm 0.38$ (1.6 – 2.6)	$2.4 \pm 0.61$ (1.6 – 3.5)	$2.5 \pm 0.41$ (1.9 – 3.2)
Dünndarm, Wanddicke	$0.24 \pm 0.06$ (0.18 – 0.32)	$0.21 \pm 0.11$ (0.12 – 0.38)	$0.24 \pm 0.06$ (0.19 – 0.32)	$0.19 \pm 0.05$ (0.13 – 0.27)	$0.25 \pm 0.05$ (0.19 – 0.31)	$0.21 \pm 0.06$ (0.14 – 0.29)
Spiralcolon, Durchmesser	$2.1 \pm 0.68^a$ (1.0 – 3.8)	$3.1 \pm 1.11^{a,\S}$ (1.2 – 5.0)	$2.7 \pm 0.73^{b,\circ}$ (1.5 – 3.7)	$3.4 \pm 1.21^b$ (1.7 – 5.8)	$3.6 \pm 0.73$ (2.2 – 4.6)	$4.0 \pm 1.01$ (2.6 – 5.9)
Spiralcolon, Wanddicke	$0.22 \pm 0.11$ (0.08 – 0.51)	$0.20 \pm 0.10$ (0.1 – 0.4)	$0.23 \pm 0.09^{\circ}$ (0.14 – 0.39)	$0.27 \pm 0.10$ (0.12 – 0.42)	$0.27 \pm 0.13$ (0.13 – 0.57)	$0.31 \pm 0.11$ (0.18 – 0.55)
Zäkum, Durchmesser	$3.4 \pm 1.54^*$ (1.9 – 4.9)	$4.2 \pm 1.06^{\circ}$ (3.1 – 5.7)	$5.7 \pm 2.11^*$ (4.4 – 8.1)	$5.7 \pm 1.73^*$ (4.5 – 7.7)	$4.9 \pm 0.93$ (3.6 – 5.7)	$6.6 \pm 1.59$ (4.8 – 8.8)
Zäkum, Wanddicke	$0.19 \pm 0.05^*$ (0.14 – 0.22)	$0.22 \pm 0.06^{\circ}$ (0.14 – 0.29)	$0.19 \pm 0.06^*$ (0.16 – 0.27)	$0.22 \pm 0.07^*$ (0.14 – 0.26)	$0.29 \pm 0.14$ (0.17 – 0.53)	$0.25 \pm 0.09$ (0.17 – 0.37)

$^{\circ}$ : Werte von 4 von 5 Tieren erhoben,  $*$ : Werte von 3 von 5 Tieren erhoben

$^a, ^b$ : Gleiche Indizes bedeuten einen signifikanten Unterschied zwischen den Messdaten ( $P \leq 0.05$ )

$^{\S}$ : Erster signifikanter Unterschied zur Untersuchung 1 ( $P \leq 0.05$ )

## **Dickdarm**

Der mittlere Durchmesser der einzelnen Schlingen des Spiralcolons lag bei der U1 bei 2.1 cm (Tab. 8). Die Darmwand war dabei durchschnittlich 0.22 cm dick. Bei der U6 betrug der mittlere Durchmesser der Spiralcolonschlingen 4.0 cm (Differenz zu U1  $P \leq 0.05$ ). Die Wanddicke nahm über die ersten 100 Lebenstage nicht signifikant zu. Der durchschnittliche Durchmesser des Blinddarms lag bei der U1 bei 3.4 cm und bei der U6 bei 6.6 cm (Differenz zu U1  $P \geq 0.05$ ). Die Wanddicke blieb über die Zeit konstant und lag bei 0.23 cm.

### **6.2.2.10. Leber**

#### **Topographie der Leber**

Die Leber konnte zwischen dem 7. Brust- und dem 6. Lendenwirbel dargestellt werden, wobei sie zwischen dem 11. Brust- und dem 2. Lendenwirbel bei allen Tieren erkannt werden konnte (Abb. 30). Bei der U1 war die Leber zwischen dem 11. Brust- und dem 3. Lendenwirbel bei allen Kälbern lokalisierbar. Sie konnte durchschnittlich über  $8.4 \pm 0.55$  Wirbelkörperlängen hinweg verfolgt werden. Bei der U6 war sie etwas weiter kranial gelegen. Sie konnte zwischen dem 8. Brust- und dem 2. Lendenwirbel bei allen Tieren gesehen werden und zog sich durchschnittlich über  $9 \pm 0.71$  Wirbelkörperlängen hinweg.

Die Leber (1) war auf Grund ihres Kontrasts zur kranial des Zwerchfells gelegenen Lunge gut abgrenzbar (Abb. 31). Nach kaudal konnte sie problemlos vom Darmkonvolut (12) und nach kaudodorsal von der rechten Niere (4) differenziert werden. Die Abgrenzung zur Milz (3) und zum Pankreas war auf Grund der ähnlichen Dichte der Organe und von mangelndem intraabdominalem Fett schwierig. Alters-unabhängig lag die Leber der rechten Bauchwand und kranial dem Zwerchfell direkt an. Medial der Leber konnte bei der U1 der Labmagen (9) gesehen werden.

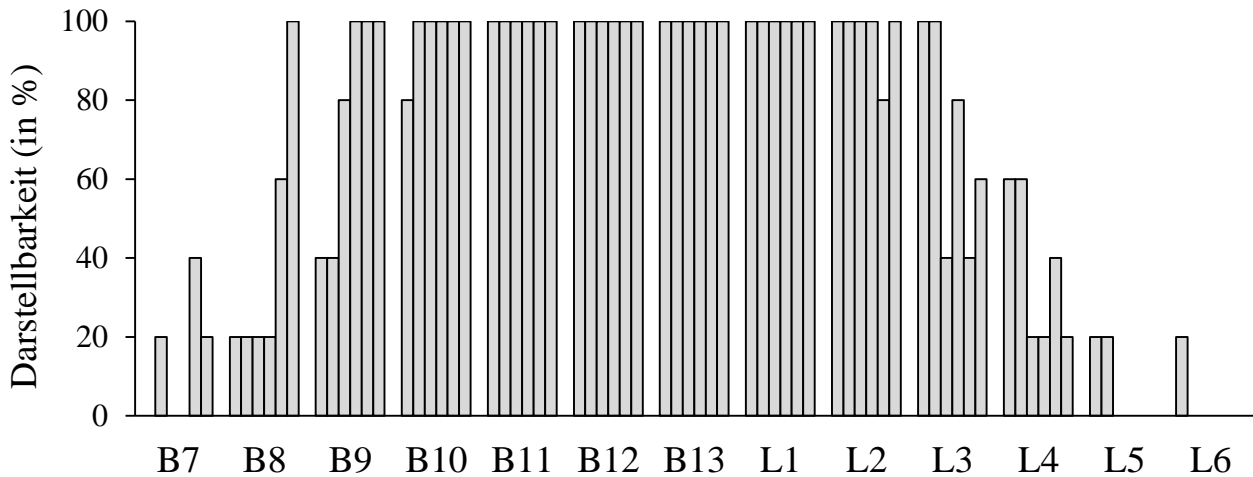


Abb. 30: Darstellbarkeit der Leber in Bezug auf die Brust- und Lendenwirbelsäule bei 5 Kälbern. Die zu den einzelnen Brust- und Lendenwirbeln gehörenden Säulen repräsentieren die Darstellbarkeit der Leber während den Untersuchungen 1 bis 6. B Brustwirbel, L Lendenwirbel

Dorsokaudal, in der Impressio renalis, lag stets die rechte Niere (4). Im kaudoventralen Teil der Leber konnte die Gallenblase (2) als hypodense, längliche, ovale Struktur, die sich zum Teil zwischen das Leberparenchym schob, identifiziert werden. Dorsomedial waren die V. cava caudalis (10) und etwas weiter ventral davon, ebenfalls auf der medialen Seite, die Portalvene (11) im Transversalschnitt gut zu erkennen. Die Vv. hepaticae und ihr Verlauf in die V. cava caudalis konnten zuverlässig gesehen werden. In der transversalen Ebene war erkennbar, dass sich die Leber mit der Zunahme der Vormagenvolumina von der Medianen weiter nach rechts verschob. Die dorsokaudale Ausdehnung konnte am besten in der sagittalen und in der dorsalen Ebene beurteilt werden.



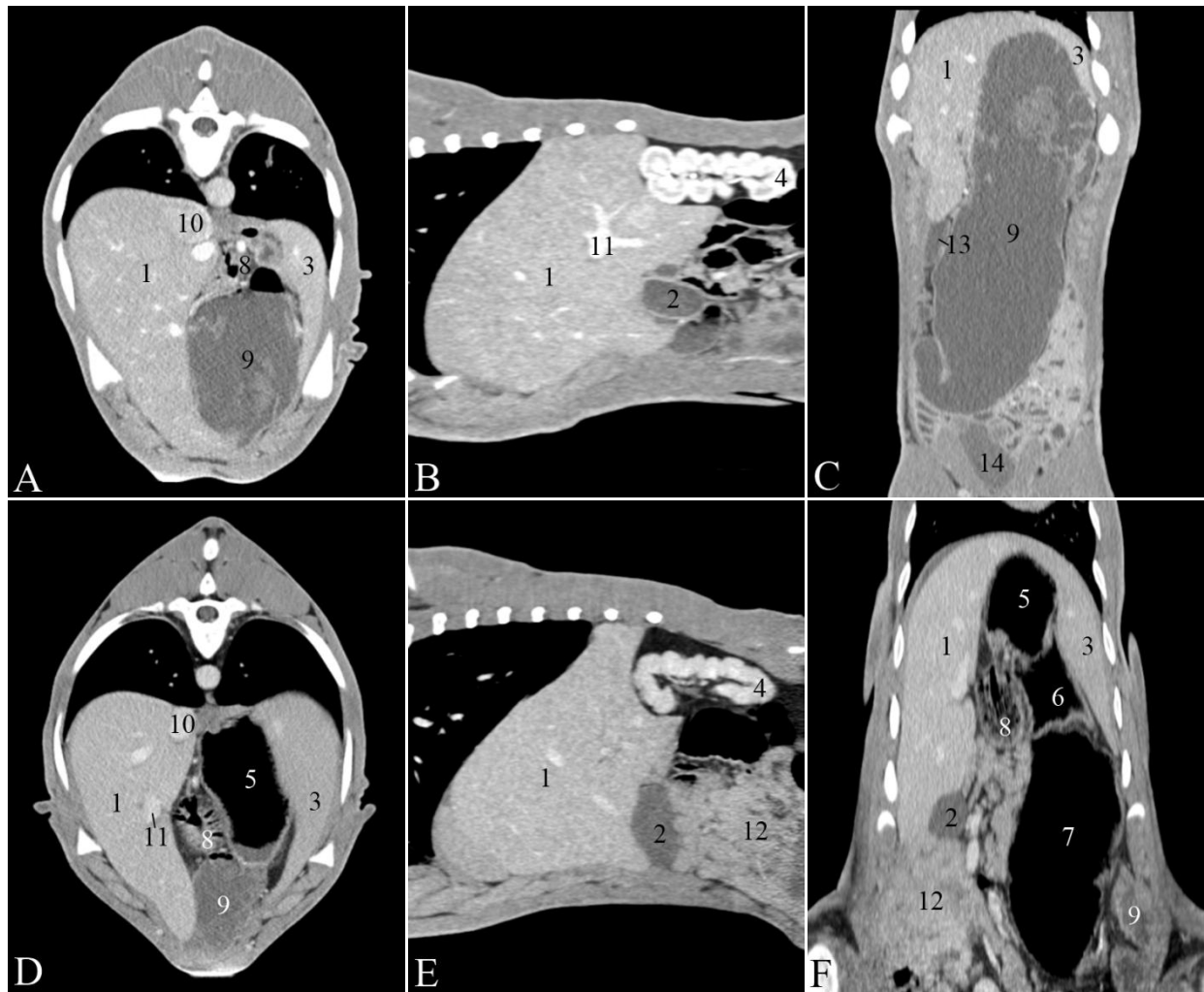


Abb. 31: CT-Befunde an der Leber eines zwei Tage (U1; A - C) und eines 43 Tage alten Kalbes (U3; D - F): Transversale Ebene auf Höhe des 11. Brustwirbels (A, D), rechtssagittale Ebene auf Höhe der rechten Niere (B, E) und dorsale Ebene auf Höhe des Labmagens (C) bzw. des Psalters (F). 1 Hepar, 2 Vesica fellea, 3 Lien, 4 Ren dexter, 5 Reticulum, 6 Atrium ruminis, 7 Saccus dorsalis ruminis, 8 Omasum, 9 Abomasum, 10 V. cava caudalis, 11 V. portae, 12 Jejunum/Ileum, 13 Pars cranialis duodeni, 14 Vesica urinaria

Tab. 9: Messungen an der Leber von 5 Kälbern ( $\bar{x} \pm s$ , Schwankungsbreite in Klammern)

Parameter	Untersuchung					
	1	2	3	4	5	6
Kraniokaudale Ausdehnung (cm)	$20.5 \pm 1.39$ (18.3 – 22.0)	$21.7 \pm 3.19$ (17.2 – 26.2)	$24.6 \pm 1.16^{\S}$ (23.2 – 26.1)	$25.9 \pm 2.72$ (22.8 – 29.9)	$29.6 \pm 2.09$ (27.2 – 32.7)	$32.2 \pm 0.91$ (31.2 – 33.2)
Volumen (cm <sup>3</sup> )	$1569.4 \pm 322.5^a$ (1045 – 1911)	$1835.9 \pm 364.9^{a,b,\S}$ (1219 – 2166)	$2246.5 \pm 358.7^{b,c}$ (1659 – 2579)	$2715.1 \pm 556.1^c$ (1754 – 3142)	$2513.2 \pm 414.6$ (1784 – 2801)	$2592.1 \pm 258.3$ (2133 – 2747)
Volumen/kg KG (cm <sup>3</sup> )	$32.8 \pm 2.91$ (28.6 – 35.4)	$31.3 \pm 1.62$ (29.3 – 33.6)	$27.1 \pm 2.85$ (22.2 – 29.6)	$26.2 \pm 2.93$ (21.4 – 28.9)	$21.6 \pm 2.48$ (18.7 – 24.8)	$20.2 \pm 1.40$ (18.6 – 22.2)
Parenchym-dichte peripher (HU)	$64.9 \pm 3.62^a$ (61.3 – 70.6)	$76.0 \pm 4.11^{a,b,\S}$ (71.7 – 81.4)	$66.3 \pm 4.2^b$ (59.7 – 71.1)	$71.3 \pm 12.4$ (55.5 – 86.2)	$63.3 \pm 3.89$ (58.9 – 69.0)	$63.2 \pm 7.58$ (52.1 – 71.6)
Parenchym-dichte zentral (HU)	$58.2 \pm 2.30^a$ (56.2 – 62.2)	$69.1 \pm 5.47^{a,b,\S}$ (63.9 – 78.3)	$60.7 \pm 6.6^b$ (51.0 – 68.6)	$66.3 \pm 13.14^c$ (52.0 – 83.7)	$48.5 \pm 9.12^c$ (40.5 – 61.1)	$47.3 \pm 9.73$ (35.1 – 58.0)

<sup>a, b, c</sup>: Gleiche Indizes bedeuten einen signifikanten Unterschied zwischen den Messdaten ( $P \leq 0.05$ )

<sup>§</sup>: Erster signifikanter Unterschied zur Untersuchung 1 ( $P \leq 0.05$ )

## **Messungen an der Leber**

Die kraniokaudale Ausdehnung der Leber mass bei der U1 durchschnittlich 20.5 cm (Tab. 9). Sie nahm im Verlauf der Untersuchungsperiode zu und betrug bei der U6 32.2 cm. Das absolute Lebervolumen nahm in dieser Zeit von durchschnittlich 1569.4 cm<sup>3</sup> auf 2592.1 cm<sup>3</sup> zu. Das relative Lebervolumen nahm zwischen der U1 und der U6 von 32.8 auf 20.2 cm<sup>3</sup>/kg KG ab. Die native Parenchymdichte lag bei der U1 in der Peripherie bei 64.9 HU. Sie nahm bis zur U6 nur leicht zu, war jedoch zu jedem Untersuchungszeitpunkt signifikant höher als die zentral gemessene Parenchymdichte ( $P \leq 0.05$ ).

### **6.2.2.11. Gallenblase**

Die Gallenblase (1) konnte kurz nach der Geburt nicht zuverlässig aufgefunden werden. Ab der U2 war sie jedoch klar von der Umgebung abgegrenzt und stellte sich als hypodens und rundlich bis längsoval dar (Abb. 32). Die Gallenblase wies bei der U1 eine durchschnittliche Breite von 2.4 cm und eine Länge von 4.2 cm auf (Tab. 10). Bei der U6 war sie durchschnittlich 4.8 cm breit und 10.4 cm lang. Die Dichte, welche erst ab der U2 bestimmt werden konnte, nahm von 22.8 auf 2.4 HU ab.

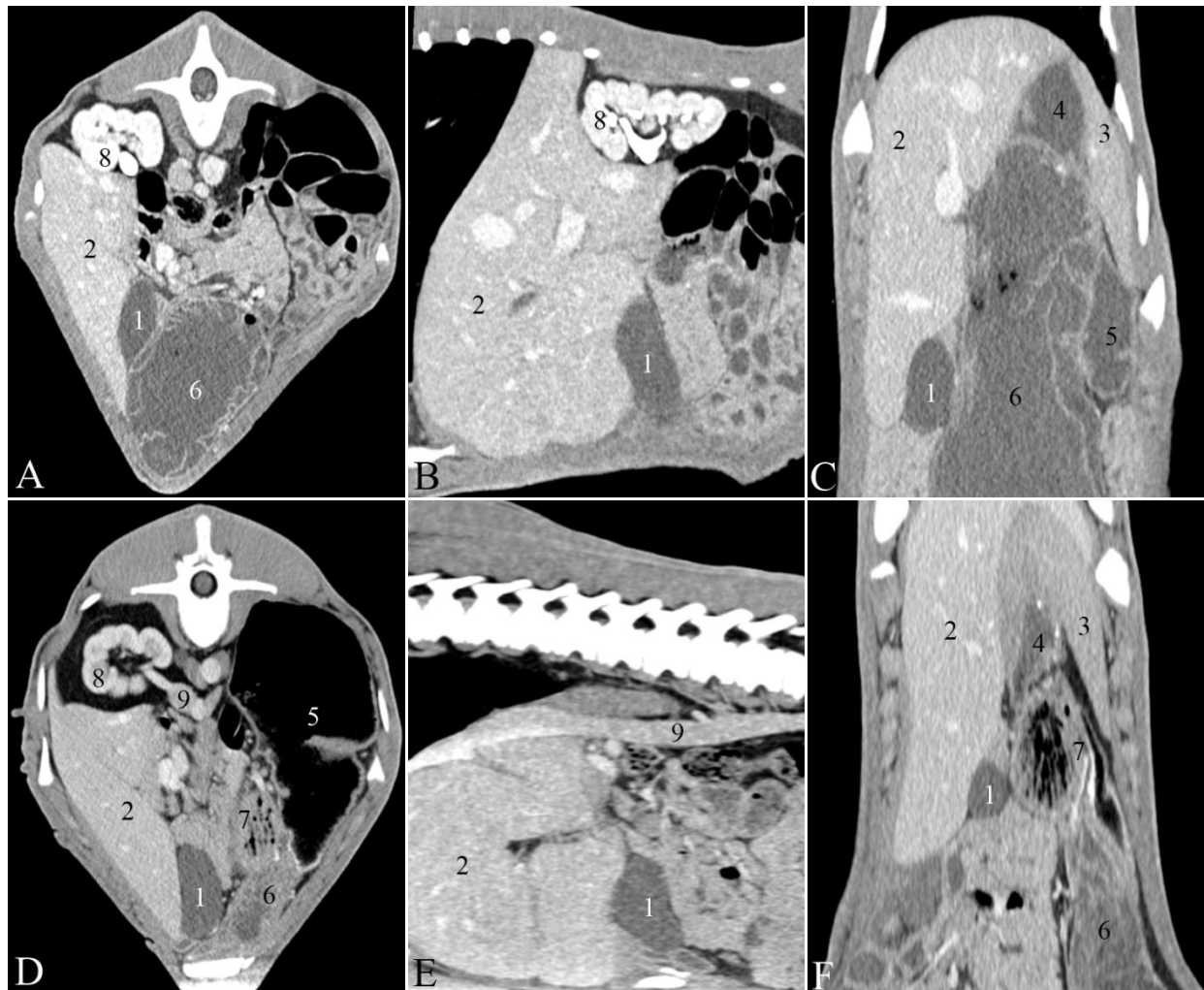


Abb. 32: CT-Befunde an der Gallenblase eines 2 Tage (U1; A - C) und eines 43 Tage alten Kalbes (U3; D - F): Von links nach rechts in der transversalen Ebene auf Höhe des 3. Lendenwirbels (A), der rechtssagittalen Ebene auf Höhe der rechten Niere (B), der dorsalen Ebene auf Höhe der Haube (C), der transversalen Ebene auf Höhe des 2. Lendenwirbels (D), der rechtssagittalen Ebene auf Höhe der V. cava caudalis (E) und der dorsalen Ebene auf Höhe des Psalters (F). 1 Vesica fellea, 2 Hepar, 3 Lien, 4 Reticulum, 5 Rumen, 6 Abomasum, 7 Omasum, 8 Ren dexter, 9 Vena cava caudalis

Tab. 10: Messungen an der Gallenblase von 5 Kälbern ( $\bar{x} \pm s$ , Schwankungsbreite in Klammern)

Parameter	Untersuchung					
	1	2	3	4	5	6
Breite (cm)	$2.4 \pm 0.23^{\#}$ (2.3 – 2.6)	$3.1 \pm 0.95^{\circ}$ (2.0 – 4.2)	$3.1 \pm 0.96$ (2.0 – 4.6)	$4.1 \pm 1.20^{\circ}$ (2.7 – 5.6)	$4.3 \pm 1.21^{\circ}$ (2.6 – 5.2)	$4.8 \pm 0.85$ (3.8 – 5.7)
Länge (cm)	$4.2 \pm 1.15^{\#}$ (3.4 – 5.0)	$5.9 \pm 1.97^{\circ}$ (3.2 – 7.7)	$7.2 \pm 2.20$ (4.3 – 10.1)	$8.1 \pm 2.33^{\circ}$ (5.7 – 10.9)	$9.1 \pm 1.90^{\circ}$ (7.4 – 11.6)	$10.4 \pm 1.37$ (9.0 – 12.2)
Native Dichte (HU)	Nicht messbar	$22.8 \pm 3.9^{\circ, a}$ (18.3 – 27.0)	$12.6 \pm 2.60^a$ (9.4 – 16.1)	$10.0 \pm 9.10^{\circ}$ -1.3 – 18.6	$7.3 \pm 9.68^{\circ}$ (-3.6 – 15.0)	$2.4 \pm 9.25$ (-9.0 – 10.9)

$^{\circ}$ : Werte bei 4 von 5 Tieren erhoben,  $^{\#}$ : Werte bei 2 von 5 Tieren erhoben

$^a$ : Gleiche Indizes bedeuten einen signifikanten Unterschied zwischen den Messdaten ( $P \leq 0.05$ )

### 6.2.2.12. Milz

#### Topographie der Milz

Die Milz konnte zwischen dem 7. Brust- und dem 3. Lendenwirbel dargestellt werden (Abb. 33). Zwischen dem 12. Brust- und dem 1. Lendenwirbel war sie bei der U1 bei allen Kälbern darstellbar und konnte durchschnittlich über  $5.0 \pm 0.70$  Wirbelkörperlängen verfolgt werden. Bei der U6 war die Milz zwischen dem 10. Brust- und dem 1. Lendenwirbel bei allen Tieren erkennbar und konnte durchschnittlich über  $6.8 \pm 0.45$  Wirbelkörperlängen verfolgt werden.

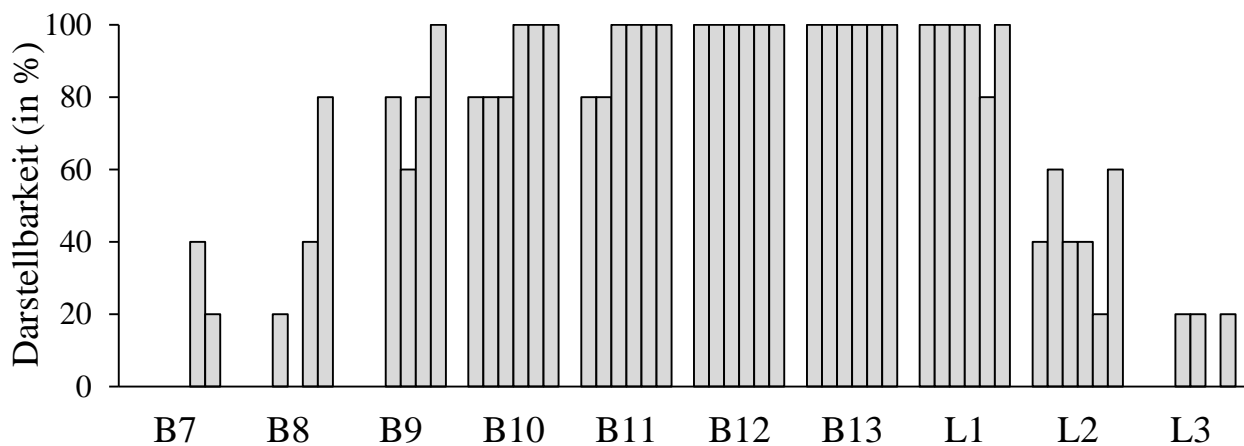


Abb. 33: Darstellbarkeit der Milz in Bezug auf die Brust- und Lendenwirbelsäule bei 5 Kälbern. Die zu den einzelnen Brust- und Lendenwirbeln gehörenden Säulen repräsentieren die Darstellbarkeit der Milz zu den Untersuchungszeitpunkten 1 bis 6. B Brustwirbel, L Lendenwirbel

In der transversalen Ebene (Abb. 34 A, D) wies die Milz (1) die Form eines Senzenblatts auf. Die Milz lag über den gesamten Zeitraum der Untersuchungen links der rippengestützten Bauchwand und kranial dem Zwerchfell an (Abb. 34 C, F), reichte kranial bis weit nach ventral, während sie kaudal wirbelsäulennah gesehen werden konnte. Medial der Milz waren kranial die Haube (6) und weiter kaudal der Labmagen (8) anliegend. Bei der U1 konnte der Psalter (7) medial der Milz gesehen werden. Weiter kaudal war ihr der Pansen (5) benachbart. Die Milzgefä-

se konnten in der dorsomedial gelegenen Hilusregion zuverlässig aufgefunden werden. Der Verlauf der grösseren Milzgefässe konnte, zentral im Parenchym gelegen, bis weit nach ventral verfolgt werden. Zum Teil konnten auch kleinere Gefässe im Milzparenchym identifiziert werden. Der Verlauf der V. lienalis (9) zur V. portae (4) war in den meisten Fällen ersichtlich.

### **Messungen an der Milz**

Die maximale Breite der Milz betrug bei der U1 durchschnittlich 3.8 cm und bei der U6 5.6 cm (Tab. 11; Differenz  $P \leq 0.05$ ), das Volumen nahm von der U1 bis zur U4 von 252.6 cm<sup>3</sup> auf 1018.1 cm<sup>3</sup> zu (Differenz zwischen den einzelnen Untersuchungen,  $P \leq 0.05$ ). Bei der U6 wurde ein Volumen von 981.8 cm<sup>3</sup> ermittelt. Die zentral gemessene Parenchymdichte betrug bei der U1 durchschnittlich 57.8 HU und veränderte sich im weiteren Verlauf kaum. Das Gleiche gilt für die peripher ermittelte Dichte des Milzparenchyms. Die peripher ermittelte Dichte war in den Untersuchungen 1, 2, 3, 5 und 6 signifikant grösser als die zentral bestimmte ( $P \leq 0.05$ ).

Tab. 11: Messungen an der Milz von 5 Kälbern ( $\bar{x} \pm s$ , Schwankungsbreite in Klammern)

Parameter	Untersuchung					
	1	2	3	4	5	6
Breite (cm)	$3.8 \pm 0.25^a$ (3.5 – 4.2)	$5.0 \pm 0.64^{a,b,\S}$ (4.1 – 5.8)	$5.7 \pm 0.62^b$ (5.1 – 6.7)	$6.2 \pm 0.85^c$ (5.1 – 7.1)	$5.6 \pm 0.49^c$ (5.0 – 6.0)	$5.6 \pm 0.17$ (5.4 – 5.9)
Volumen (cm <sup>3</sup> )	$252.6 \pm 79.3^a$ (143.2 – 344.7)	$505.7 \pm 128.9^{a,b,\S}$ (295.4 – 607.5)	$850.2 \pm 162.9^{b,c}$ (561.0 – 947.9)	$1018.1 \pm 158.8^c$ (766.8 – 1161.1)	$1089.9 \pm 115.2^d$ (909.6 – 1184.4)	$981.8 \pm 98.5^d$ (866.9 – 1095.3)
Volumen/kg KG (cm <sup>3</sup> )	$5.2 \pm 0.88$ (4.3 - 6.0)	$8.5 \pm 0.68$ (7.8 - 9.4)	$10.2 \pm 1.01$ (9.4 - 11.5)	$9.9 \pm 1.21$ (8.9 - 12.0)	$9.4 \pm 0.83$ (8.3 - 10.2)	$7.6 \pm 0.49$ (7.2 - 8.3)
Parenchym- dichte zentral (HU)	$57.8 \pm 1.89^a$ (56.1 – 61.0)	$60.3 \pm 1.78^{a,\S}$ (58.6 – 62.8)	$60.0 \pm 2.66$ (57.3 – 63.5)	$54.6 \pm 9.52$ (39.1 – 63.1)	$55.2 \pm 7.51$ (43.4 – 60.7)	$50.5 \pm 7.28$ (38.3 – 57.6)
Parenchym- dichte peripher (HU)	$63.6 \pm 4.8$ (56.3 – 69.0)	$65.4 \pm 3.22$ (59.9 – 67.4)	$66.9 \pm 3.62^\S$ (62.5 – 72.5)	$61.1 \pm 7.77$ (52.9 – 70.4)	$67.2 \pm 8.05$ (58.4 – 76.8)	$62.4 \pm 5.17$ (56.2 – 69.1)

<sup>a, b, c, d</sup>: Gleiche Indizes bedeuten einen signifikanten Unterschied zwischen den Messdaten ( $P \leq 0.05$ )

<sup>\S</sup>: Erster signifikanter Unterschied zur Untersuchung 1 ( $P \leq 0.05$ )



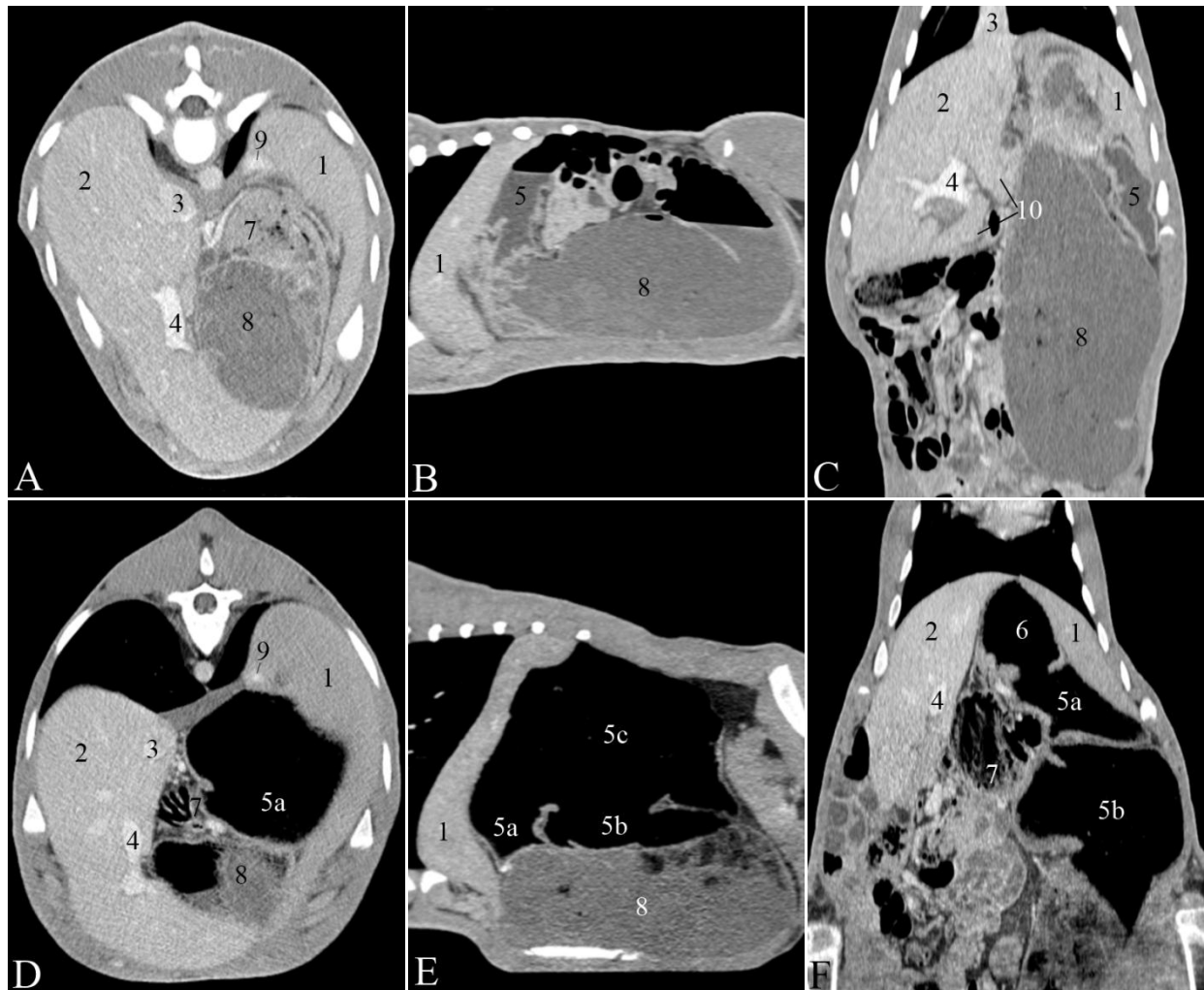


Abb. 34: CT-Befunde an der Milz eines 1 (U1; A - C) und eines 42 Tage alten Kalbes (U3; D - F): In der transversalen Ebene auf Höhe des 13. Brustwirbels (A, D), der linkssagittalen Ebene auf Höhe der linken Lunge (B, E) und der dorsalen Ebene auf Höhe der V. cava caudalis (C) bzw. des Pansenvorhofs (F). 1 Lien, 2 Hepar, 3 V. cava caudalis, 4 V. portae, 5 Rumen, a Atrium ruminis, b Saccus ruminis ventralis, c Saccus ruminis dorsalis, 6 Reticulum, 7 Omasum, 8 Abomasum, 9 V. lienalis, 10 Pankreas

### 6.2.2.13. Harnapparat

#### Nieren

Die Nieren waren durch ihre organtypisch gefurchte Form bei allen Tieren beidseits gut zu erkennen und stellten sich im Vergleich zum umliegenden Gewebe

hyperdens dar. Die Nierenrinde wies eine höhere Dichte als das Mark auf. Das Nierenbecken stellte sich hypodens dar.

## Topographie

### Rechte Niere

Die rechte Niere konnte zwischen dem 13. Brust- und dem 6. Lendenwirbel dargestellt werden, wobei sie nur auf Höhe des 3. Lendenwirbels bei allen Tieren altersunabhängig gesehen werden konnte (Abb. 35). Bei der U1 war sie zwischen dem 3. und 4. Lendenwirbel bei allen Kälbern erkennbar und konnte durchschnittlich über  $4.2 \pm 0.45$  Wirbelkörperlängen verfolgt werden. Bei der U6 war sie zwischen dem 2. Brust- und dem 3. Lendenwirbel bei allen Tieren identifizierbar und konnte durchschnittlich über  $3.8 \pm 0.45$  Wirbelkörperlängen gesehen werden.

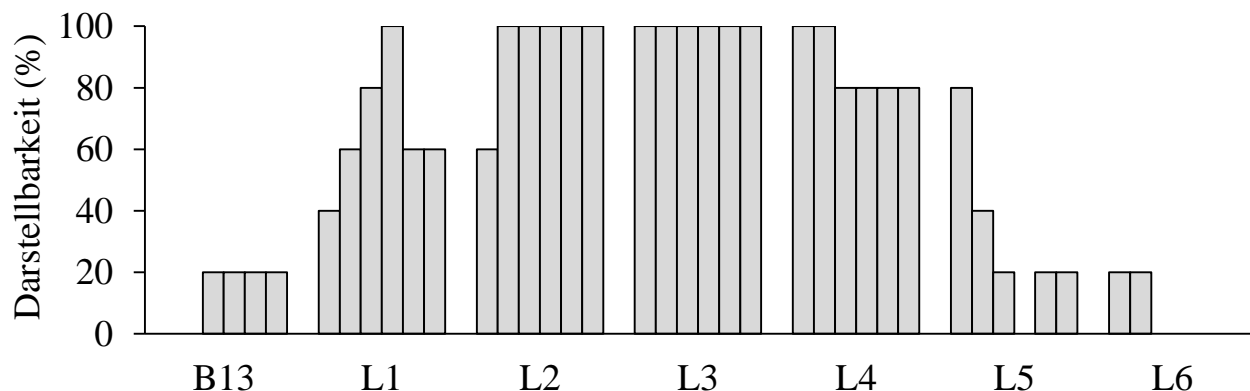


Abb. 35: Darstellbarkeit der rechten Niere in Bezug auf die Brust- und Lendenwirbelsäule. Die zu den einzelnen Brust- und Lendenwirbeln gehörenden Säulen repräsentieren die Darstellbarkeit der rechten Niere zu den Untersuchungszeitpunkten 1 bis 6. B Brustwirbel, L Lendenwirbel

Die Form der rechten Niere (1) war in allen Ebenen oval (Abb. 36). Sie lag etwas kranial der linken (6) und konnte stets rechts der Medianen in der Impressio renalis der Leber (8) aufgefunden werden. Medial der Niere lagen altersunabhängig die grossen Bauchgefässe (3, 4). Kranial war die Niere komplett von der Leber eingebettet. Kaudal waren lateral die Bauchwand und ventral gasgefüllte Därme

benachbart. In der transversalen Ebene liess sich der Verlauf der A. und V. renalis (2) zum Nierenhilus am besten erkennen. Der Nierenhilus lag immer ventromedial. In dieser Region konnte auch der Austritt des Ureters (5) lokalisiert werden.

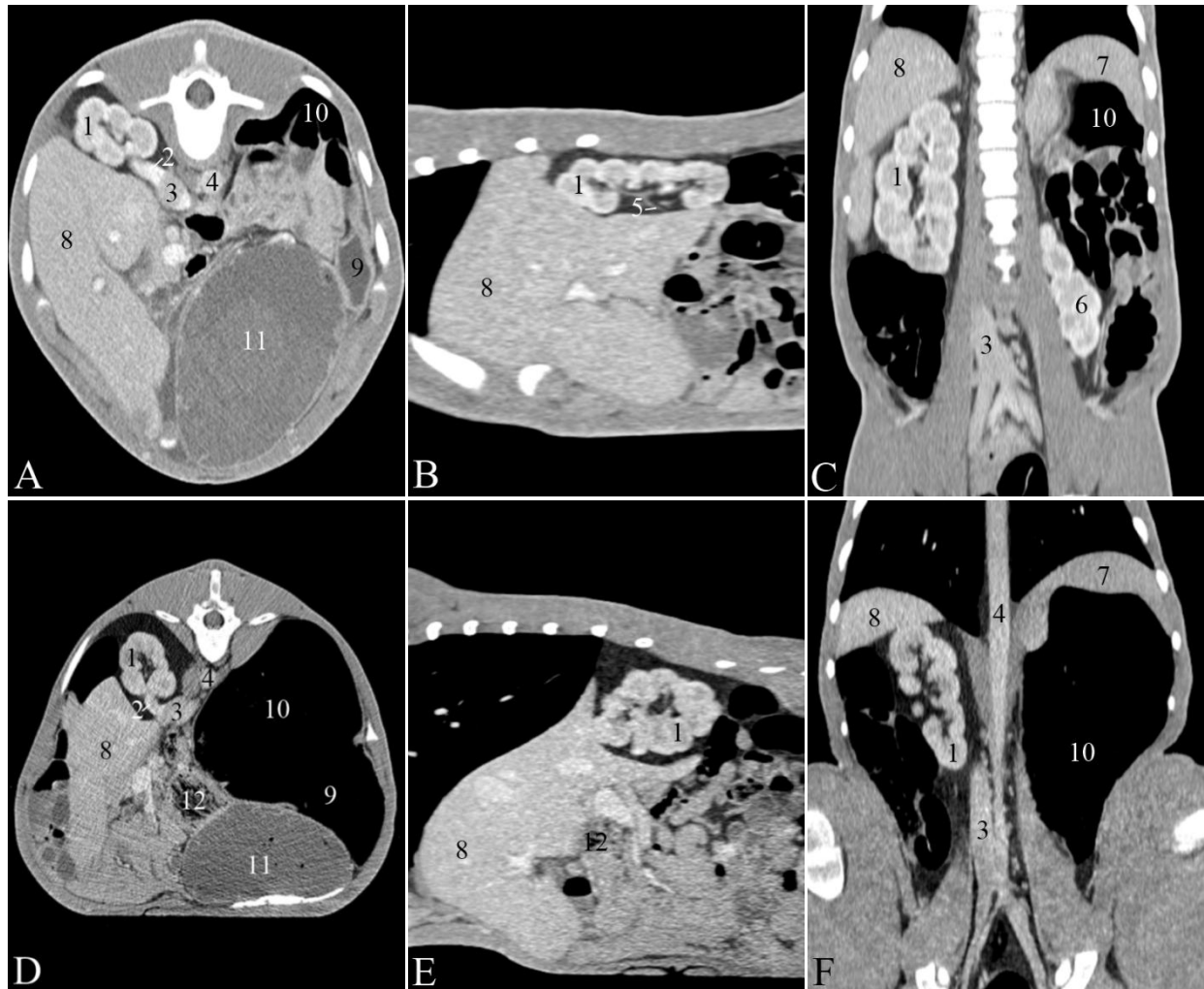


Abb. 36: CT-Befunde an der rechten Niere eines 2 (U1; A - C) und eines 41 Tage alten Kalbes (U3; D - F): Von links nach rechts: Transversale Ebene auf Höhe des 2. Lendenwirbels (A), rechtssagittale Ebene auf Höhe der Impressio renalis der Leber (B), dorsale Ebene auf Höhe der Leber (C), transversale Ebene auf Höhe des 1. Lendenwirbels (D), rechtssagittale Ebene auf Höhe der Impressio renalis der Leber (E) und dorsale Ebene auf Höhe der Aorta abdominalis (E). 1 Ren dexter, 2 V. renalis 3 V. cava caudalis, 4 Aorta abdominalis, 5 Ureter dexter, 6 Ren sinister, 7 Lien, 8 Hepar, 9 Saccus ruminis ventralis, 10 Saccus ruminis dorsalis, 11 Abomasum, 12 Omasum

## Linke Niere

Die linke Niere lag zwischen dem 3. Lendenwirbel und dem Sakrum, wobei sie nur auf Höhe des 5. Lendenwirbels bei allen Tieren altersunabhängig identifiziert werden konnte (Abb. 37). Bei der U1 war sie zwischen dem 4. und 6. Lendenwirbel immer darstellbar und konnte über  $3.8 \pm 0.84$  Wirbelkörperlängen gesehen werden. Bei der U6 konnte die linke Niere zwischen dem 5. und 6. Lendenwirbel bei allen Tieren gesehen und über  $3.6 \pm 0.55$  Wirbelkörperlängen hinweg erfasst werden.

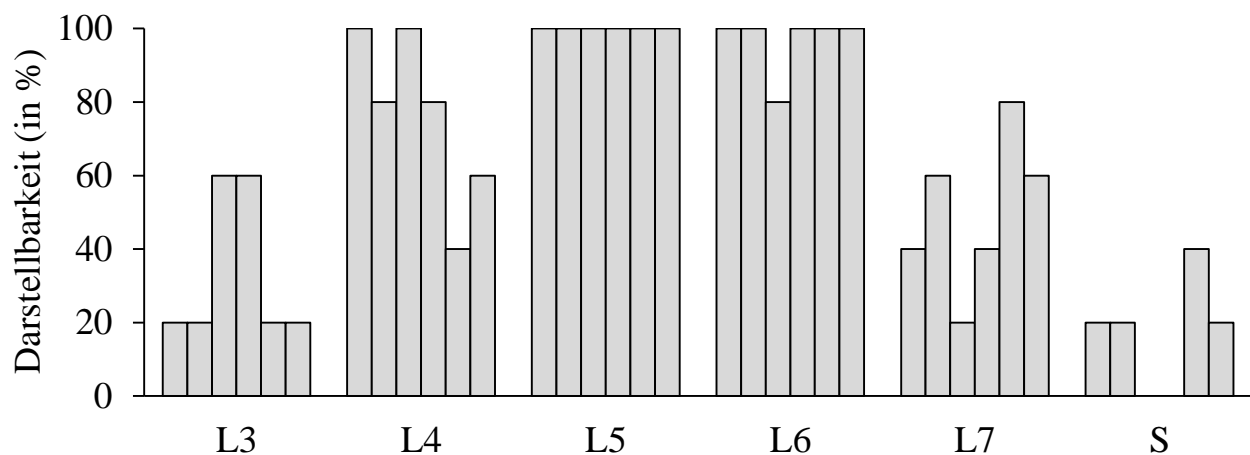


Abb. 37: Darstellbarkeit der linken Niere in Bezug auf die Lendenwirbelsäule und das Sakrum. Die zu den einzelnen Lendenwirbeln und dem Sakrum gehörenden Säulen repräsentieren die Darstellbarkeit der linken Niere zu den Untersuchungszeitpunkten 1 bis 6. L Lendenwirbel, S Sakrum

Die Form der linken Niere (1) war in allen drei Ebenen oval (Abb. 38). Mit dem Wachstum des Pansens wurde sie durch den dorsalen Pansensack (10) von links nach rechts über die Mediane verschoben, wobei das kraniale Ende weiter rechts lateral lag als das kaudale. In der dorsalen Ebene war die Verdrängung der Niere durch den Pansen besonders gut zu sehen (Abb. 38 C, F). Verbunden mit der Lageänderung nach rechts konnte eine Rotation des Hilus um 180 Grad beobachtet werden, wobei der Hilus von rechts medial über dorsal nach links medial rotierte.

Im Bereich des Hilus konnten die Nierengefäße (2) sowie der Ureter (3) lokalisiert werden. Die linke Niere lag dem Darmkonvolut stets links an.

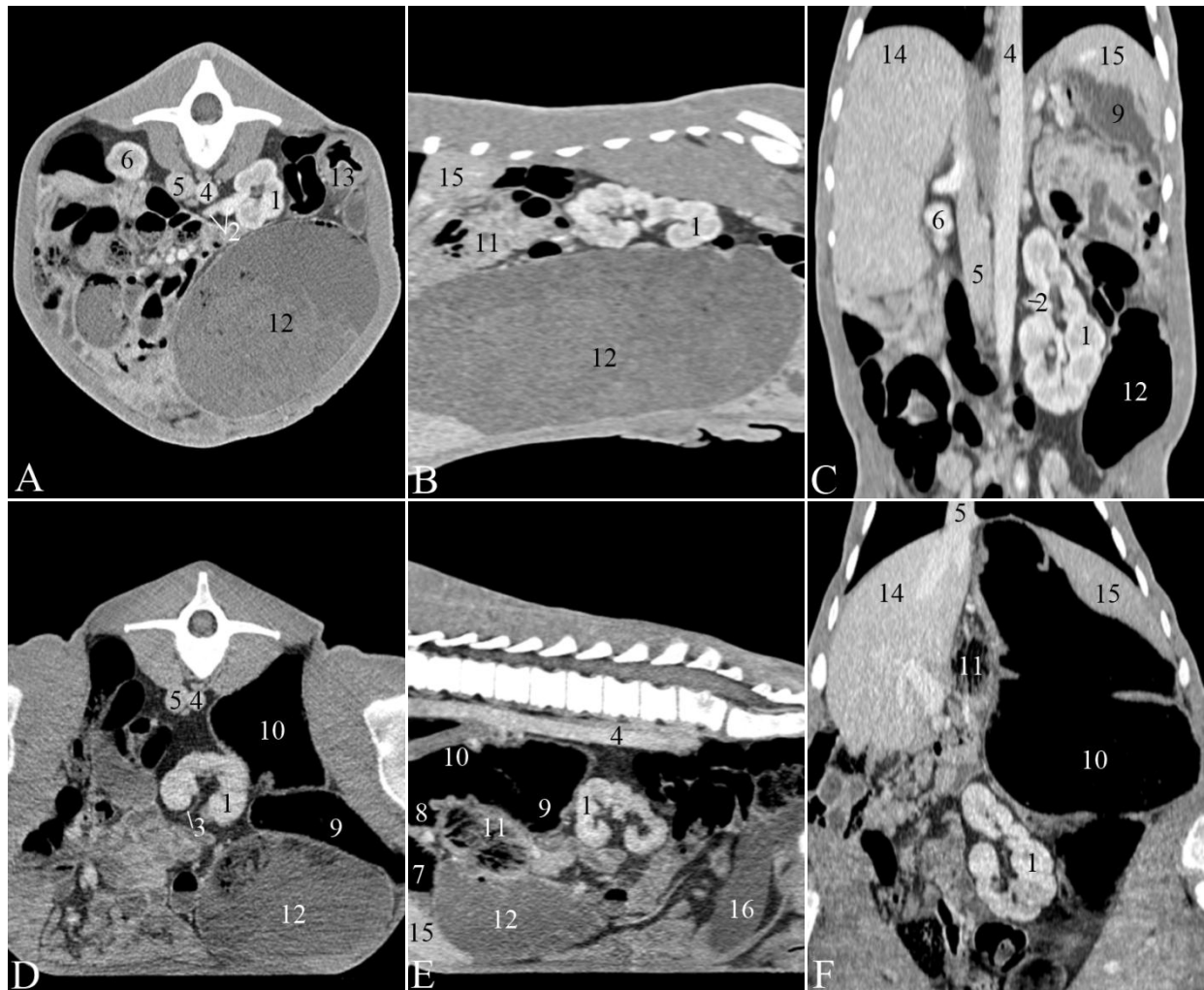


Abb. 38: CT-Befunde an der linken Niere eines 2 (U1; A - C) und eines 41 Tage alten Kalbes (U3; D - F): Transversale Ebene auf Höhe des 4. Lendenwirbels (A, D), linkssagittale Ebene auf Höhe des Psalters (B) bzw. der Aorta abdominalis (E), dorsale Ebene auf Höhe der Aorta abdominalis (C) bzw. des Psalters (F). 1 Ren sinister, 2 A. bzw. V. renalis 3 Ureter sinister, 4 Aorta abdominalis, 5 V. cava caudalis, 6 Ren dexter, 7 Reticulum, 8 Atrium ruminis, 9 Saccus ventralis ruminis, 10 Saccus dorsalis ruminis, 11 Omasum, 12 Abomasum, 13 Pylorus, 14 Hepar, 15 Lien, 16 Vesica urinaria

## **Messungen an den beiden Nieren**

Die rechte Niere war bei der U1 durchschnittlich 11.8 cm lang und 6.4 cm breit und wies ein Volumen von 147.5 cm<sup>3</sup> auf (Tab. 12). Bei der U6 wurde eine Länge von 15.7 cm und eine Breite von 8.0 cm ermittelt. Das Volumen vergrösserte sich im Untersuchungszeitraum signifikant auf 288.7 cm<sup>3</sup> ( $P \leq 0.05$ ). Die Parenchymdichte lag bei der U1 zwischen 44.6 und 47.1 HU ( $45.2 \pm 1.05$  HU) und änderte sich über die Untersuchungszeitspanne gesehen nur geringgradig. Das Verhältnis der Nierenlänge zur Länge des zweiten Lendenwirbelkörpers lag bei der U1 zwischen 4.2 und 5.1 ( $4.5 \pm 0.36$ ) und bei der U6 zwischen 3.9 und 4.5 ( $4.2 \pm 0.25$ ).

Die an der linken Niere gemessenen Parameter wiesen in etwa die gleiche Grösse wie diejenigen an der rechten auf (Tab. 13). Beim Vergleich von der linken mit der rechten Niere zeigte sich, dass die rechte Niere, mit Ausnahme der U3, signifikant länger war als die linke ( $P \leq 0.05$ ). Die Nierenvolumina der beiden Nieren unterschieden sich bis auf die U4 nicht signifikant.

## **Ureteren**

Die Ureteren (1, 2) konnten nach Kontrastmittelgabe je nach Verlauf in der einen oder anderen Ebene besser identifiziert werden (Abb. 39). Sie wiesen im Vergleich zu den Nierengefässen (12) eine höhere Dichte auf. Ihr Ursprung am Nierenhilus (3, 4) konnte rechts immer und links in über 80 % der Fälle aufgefunden werden. Die Ureteren verliefen beidseits dorsomedial nach kaudal, wobei dieser Abschnitt nur in einzelnen Fällen identifiziert werden konnte. Ihre Einmündung in die Harnblase konnte zum Teil nachvollzogen werden.

Die Durchmesser der beiden Ureteren unterschieden sich nicht signifikant (Tab. 12, 13). Im Verlauf der Untersuchungsperiode kam es zu einer leichten Zunahme der Ureterendurchmesser im Vergleich zur U1.

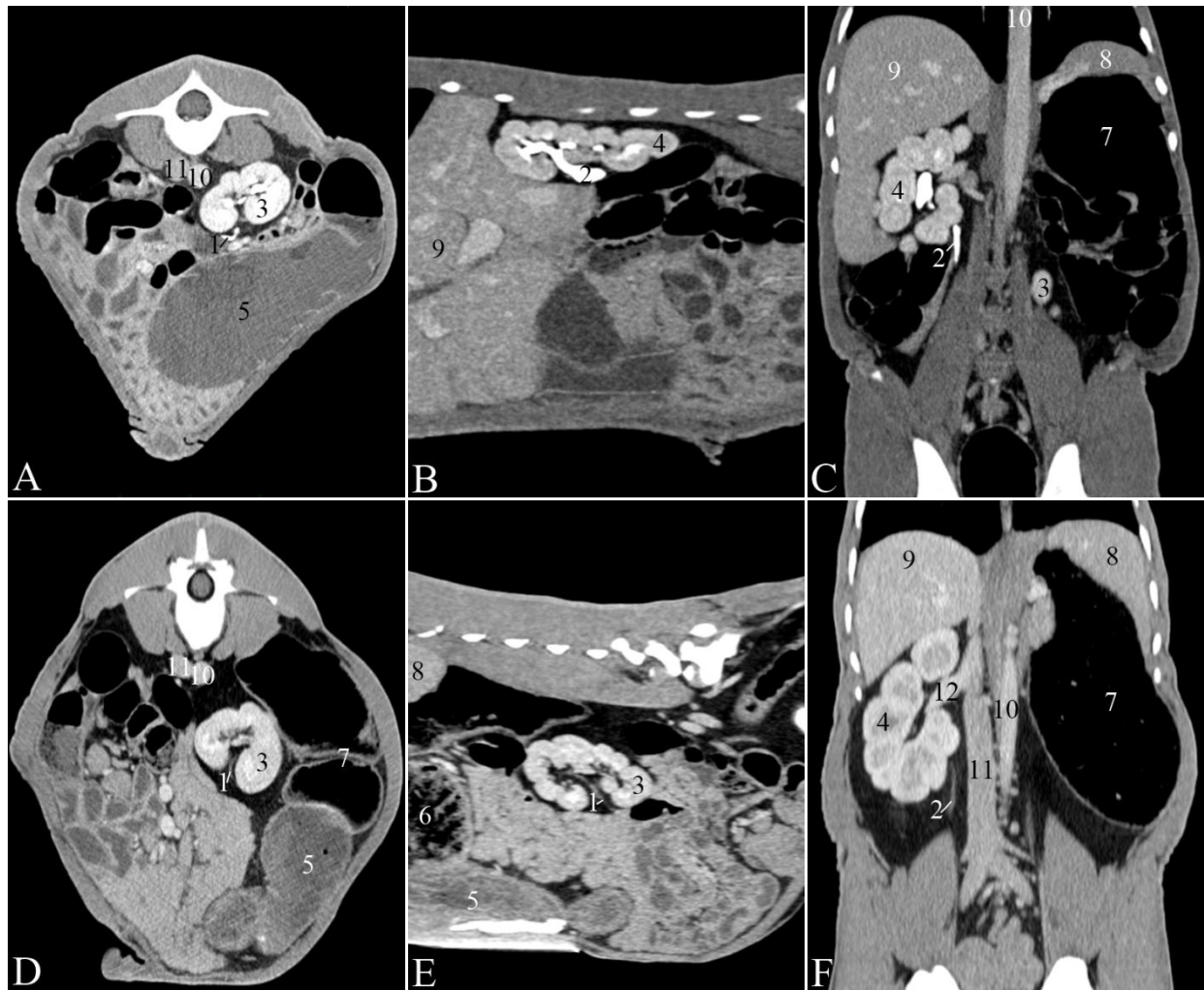


Abb. 39: CT- Befunde an den Ureteren eines 2 (U1; A - C) und eines 41 Tage alten Kalbes (U3; D - F): Von links nach rechts Darstellung des linken Ureters in der transversalen Ebene auf Höhe des 6. Lendenwirbels (A) sowie des rechten Ureters in der sagittalen Ebene auf Höhe der Gallenblase (B), in der dorsalen Ebene auf Höhe der Aorta abdominalis (C), des linken Ureters in der transversalen Ebene auf Höhe des 4. Lendenwirbels (D) sowie des rechten Ureters sagittal auf Höhe des Psalters (E) und dorsal auf Höhe der V. cava caudalis (F) bei deren Austritt aus den Nieren. 1 Ureter sinister, 2 Ureter dexter, 3 Ren sinister, 4 Ren dexter, 5 Abomasum, 6 Omasum, 7 Rumen, 8 Lien, 9 Hepar, 10 Aorta abdominalis, 11 V. cava caudalis, 12 V. renalis dexter

Tab. 12: Messungen an der rechten Niere und am rechten Ureter von 5 Kälbern ( $\bar{x} \pm s$ , Schwankungsbreite in Klammern)

Parameter	Untersuchung					
	1	2	3	4	5	6
Länge (cm)	$11.8 \pm 1.03$ (10.2 – 12.7)	$11.9 \pm 1.51^a$ (9.5 – 13.3)	$12.9 \pm 1.52^{a,b,\S}$ (10.4 – 14.2)	$14.3 \pm 1.17^{b,c}$ (12.5 – 15.7)	$15.0 \pm 1.32^c$ (13.0 – 16.7)	$15.7 \pm 1.30$ (13.7 – 17.0)
Breite (cm)	$6.4 \pm 0.82$ (5.4 – 7.2)	$6.5 \pm 0.77^a$ (5.5 – 7.5)	$7.1 \pm 1.10^a$ (5.3 – 8.3)	$8.0 \pm 0.74^\S$ (7.3 – 8.8)	$7.7 \pm 0.52$ (7.2 – 8.6)	$8.0 \pm 0.77$ (7.2 – 9.2)
Volumen (cm <sup>3</sup> )	$147.5 \pm 20.82^a$ (125.6 – 182.0)	$179.1 \pm 26.55^{a,b,\S}$ (143.0 – 202.4)	$238.0 \pm 19.08^{b,c}$ (213.3 – 262.1)	$292.4 \pm 17.00^c$ (272.7 – 317.7)	$270.9 \pm 41.77^d$ (225.0 – 339.2)	$288.7 \pm 43.22^d$ (260.1 – 365.3)
Parenchym- dichte (HU)	$45.2 \pm 1.05$ (44.6 – 47.1)	$44.4 \pm 5.53$ (36.4 – 51.2)	$35.9 \pm 6.73^\S$ (29.7 – 44.0)	$34.6 \pm 8.6$ (23.6 – 46.2)	$30.5 \pm 3.50$ (26.8 – 34.5)	$30.1 \pm 11.64$ (21.5 – 48.6)
Verhältnis Niere/2.LW (cm)	$4.5 \pm 0.36$ (4.2 – 5.1)	$4.2 \pm 0.39$ (3.8 – 4.7)	$4.2 \pm 0.50$ (3.8 – 5.0)	$4.2 \pm 0.34$ (3.9 – 4.7)	$4.1 \pm 0.33$ (3.9 – 4.6)	$4.2 \pm 0.25$ (3.9 – 4.5)
Ureter (cm)	$0.3 \pm 0.07$ (0.2 – 0.4)	$0.3 \pm 0.05$ (0.3 – 0.4)	$0.4 \pm 0.20$ (0.3 – 0.7)	$0.4 \pm 0.24$ (0.3 – 0.9)	$0.6 \pm 0.20^\S$ (0.4 – 0.8)	$0.7 \pm 0.06$ (0.6 – 0.8)

<sup>a, b, c, d</sup>: Gleiche Indizes bedeuten einen signifikanten Unterschied zwischen den Messdaten ( $P \leq 0.05$ )

<sup>§</sup>: Erster signifikanter Unterschied zur Untersuchung 1 ( $P \leq 0.05$ )



Tab. 13: Messungen an der linken Niere und am linken Ureter von 5 Kälbern ( $\bar{x} \pm s$ , Schwankungsbreite in Klammern)

Parameter	Untersuchung					
	1	2	3	4	5	6
Länge (cm)	$10.8 \pm 1.05$ (9.2 – 11.8)	$11.0 \pm 1.72^a$ (9.0 – 12.6)	$12.2 \pm 1.57^a$ (10.4 – 13.5)	$13.2 \pm 1.11^{b,\S}$ (11.6 – 14.0)	$14.0 \pm 1.13^b$ (12.7 – 15.5)	$14.6 \pm 1.09$ (12.8 – 15.7)
Breite (cm)	$6.0 \pm 0.65$ (5.0 – 6.7)	$5.9 \pm 1.19^a$ (4.8 – 7.8)	$7.6 \pm 0.33^{a,\S}$ (7.1 – 8.0)	$7.6 \pm 0.57$ (7.0 – 8.5)	$7.0 \pm 0.93$ (6.0 – 8.3)	$7.1 \pm 0.91$ (6.3 – 8.4)
Volumen (cm <sup>3</sup> )	$149.4 \pm 23.64^a$ (116.5 – 177.2)	$185.4 \pm 29.51^{a,b,\S}$ (142.0 – 224.4)	$248.3 \pm 26.63^{b,c}$ (217.4 – 283.7)	$310.3 \pm 28.5^c$ (278.4 – 348.9)	$287.9 \pm 31.97^d$ (248.7 – 332.9)	$307.5 \pm 32.67^d$ (272.8 – 358.0)
Parenchym- dichte (HU)	$42.8 \pm 3.15$ (39.1 – 46.6)	$44.6 \pm 5.94$ (34.9 – 49.2)	$38.2 \pm 4.77$ (33.7 – 44.4)	$38.8 \pm 7.80$ (29.7 – 50.3)	$30.9 \pm 11.7^\S$ (14.0 – 46.4)	$27.2 \pm 11.81$ (16.6 – 42.9)
Verhältnis Niere/2.LW (cm)	$4.2 \pm 0.19$ (3.9 – 4.4)	$3.9 \pm 0.53$ (3.1 – 4.5)	$3.9 \pm 0.49$ (3.2 – 4.5)	$3.8 \pm 0.18$ (3.6 – 4.1)	$3.9 \pm 0.18$ (3.6 – 4.1)	$3.9 \pm 0.19$ (3.7 – 4.2)
Ureter (cm)	$0.3 \pm 0.08$ (0.2–0.4)	$0.3 \pm 0.07$ (0.2 – 0.4)	$0.3 \pm 0.07^{\circ,a}$ (0.3 – 0.4)	$0.3 \pm 0.13^a$ (0.2 – 0.6)	$0.5 \pm 0.34^\circ$ (0.3 – 1.0)	$0.5 \pm 0.12^{\circ,\S}$ (0.4 – 0.7)

°: Werte bei 4 von 5 Tieren erhoben

a, b, c, d: Gleiche Indizes bedeuten einen signifikanten Unterschied zwischen den Messdaten ( $P \leq 0.05$ )

§: Erster signifikanter Unterschied zur Untersuchung 1 ( $P \leq 0.05$ )

## **Harnblase**

Die Harnblase (1) befand sich unabhängig vom Alter auf Höhe des Kreuzbeins (Abb. 40). Bei der U5 und der U6 konnte sie nur bei 3 bzw. 2 Tieren dargestellt werden, da die Bildqualität im Becken durch die Artefakte der Hintergliedmassen mangelhaft war. Die Harnblase lag auf dem Beckenboden (3) und überragte den Schambeinkamm je nach Füllungsgrad. Ihre Form war oval bis rundlich.

Der Abstand des Urachusnabels zum kranialen Rand des Beckenbodens in der sagittalen Ebene betrug bei der U1 zwischen 4.0 und 12.6 cm (Tab. 14). Die Werte schwankten zwischen den Tieren infolge des Füllungszustands der Blase stark und änderten sich mit zunehmendem Alter kaum. Die durchschnittliche Dichte lag bei der U1 bei 17.2 HU und änderte sich über die gesamte Untersuchungszeitspanne kaum.

## **Urethra**

Die Urethra (1) wies im Transversalschnitt einen rundlichen bis leicht ovalen Querschnitt auf und konnte gut von der Umgebung abgegrenzt werden (Abb. 41 A). Sie verlief ventral des Rektums (6) nach kaudal, schlug sich dort nach kranioventral um und verlief zwischen den beiden Hintergliedmassen und den Schenkellymphknoten nach ventral und konnte danach extraabdominal im kaudalen Drittel des Abdomens dargestellt werden (Abb. 41 B). Der Durchmesser der Urethra, der bei der U1 durchschnittlich 1.47 cm betrug, änderte sich während der Untersuchungszeit nicht signifikant (Tab. 14).



Abb. 40: CT-Befunde an der Harnblase eines 1 (U1; A - C) und eines 42 Tage alten Kalbes (U3; D - F): Transversale Ebene auf Höhe des Caput femoris (A, D), rechtssagittale Ebene auf Höhe Os coxae (B, E) und dorsale Ebene auf Höhe des Labmagens (C) bzw. der Colonscheibe (F). 1 Vesica urinaria, 2 Os ischii, 3 Symphysis pelvis, 4 Caput ossis femoris, 5 Abomasum, 6 Rumen, 7 Jejunum/ Ileum, 8 Ansa spiralis coli, 9 Rectum, 10 Ren sinister

Tab. 14: Messungen an Harnblase und Urethra von 5 Kälbern ( $\bar{x} \pm s$ , Schwankungsbreite in Klammern, Median)

Parameter	Untersuchung					
	1	2	3	4	5	6
Abstand Urachusnabel - kran. Becken (cm)	$6.5 \pm 3.52$ (4.0 – 12.6) 5.25	$6.1 \pm 1.97$ (2.9 – 7.8) 6.28	$7.3 \pm 2.33$ (5.0 – 10.5) 6.27	$7.9 \pm 4.0$ (2.9 – 12.8) 6.74	$6.4 \pm 1.97^*$ (4.3 – 8.2) 6.59	$4.4 \pm 0.35^{\#,\circ}$ (4.2 – 4.7) 4.43
Harndichte (HU)	$17.2 \pm 13.4$ (7.4 – 39.2) 10.55	$9.8 \pm 3.76$ (5.6 – 15.6) 9.50	$8.16 \pm 8.20$ (-2.7 – 18.8) 10.78	$15.4 \pm 16.48$ (1.2 – 37.7) 7.45	$15.8 \pm 17.03^*$ (-3.0 – 30.2) 20.03	$27.5 \pm 8.55^{\#}$ (21.4 – 33.5) 27.48
Urethra- Durchmesser (cm)	$1.47 \pm 0.33$ (1.1 – 1.9) 1.56	$1.53 \pm 0.27$ (1.2 – 1.9) 1.53	$1.4 \pm 0.27$ (1.1 – 1.8) 1.43	$1.6 \pm 0.16$ (1.4 – 1.8) 1.58	$1.45 \pm 0.24$ (1.1 – 1.7) 1.52	$1.7 \pm 0.24^{\circ}$ (1.5 – 2.0) 1.61

°: Werte bei 4 von 5 Tieren erhoben, \*: Werte bei 3 von 5 Tieren erhoben, #: Werte bei 2 von 5 Tieren erhoben

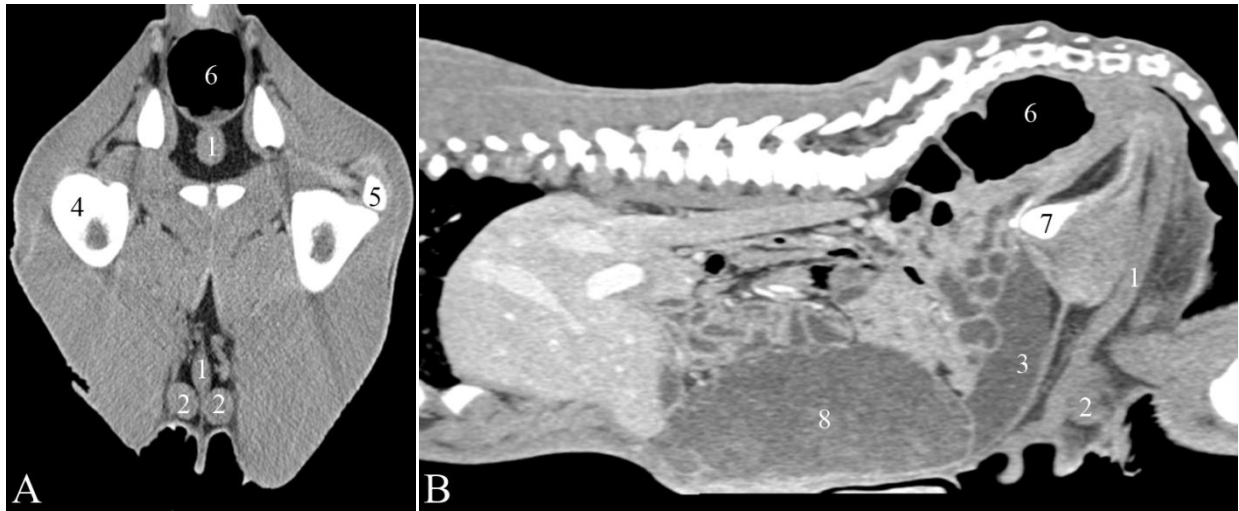


Abb. 41: CT-Befunde an der Urethra eines 1 Tage alten Kalbes (U1). Von links nach rechts Urethra in der transversalen (A) und der sagittalen Ebene (B). 1 Urethra, 2 Testis, 3 Vesica urinaria, 4 Femur, 5 Trochanter major, 6 Rectum, 7 Os coxae, 8 Abomasum

#### 6.2.2.14. Nebennieren

Die Nebennieren (1, 2) konnten in der Transversalebene am besten dargestellt werden (Abb. 42 A, C). Sie wiesen eine ovale bis bohnenförmige Form auf. Von einer Ausnahme abgesehen (U5), konnte die rechte Nebenniere immer dargestellt werden. Sie befand sich medial des rechten Nierenhilus und konnte unmittelbar kranial oder zwischen der A. renalis und der V. renalis (7) aufgefunden werden. Sie lag in unmittelbarer Nähe der V. cava caudalis (5) oder sass ihr direkt auf. Die subjektive Abgrenzbarkeit zur V. cava caudalis war anhand der Form, nicht jedoch anhand der Dichte möglich. Die linke Nebenniere (2) konnte bei allen Kälbern in jedem Alter sicher erkannt werden. Sie lag auf Höhe des kranialen Nierenpols in unmittelbarer Nähe zu den Nierengefäßen. Sie konnte ventral zwischen der Aorta (6) und der V. cava caudalis genau in der Medianen lokalisiert werden. Die Messergebnisse der beiden Nebennieren unterlagen starken Schwankungen. Mit einer Ausnahme (U5) unterschieden sich die Länge und Breite der beiden Nebennieren nicht signifikant. Die Länge und Breite beider Nebennieren nahm im Verlauf der Untersuchungen signifikant zu ( $P \leq 0.05$ ). Bei der U1 war die rechte Nebenniere

durchschnittlich 1.27 cm lang und 0.77 cm breit, bei der U6 war sie 1.78 cm lang und 0.92 cm breit (Tab. 15). Die linke Nebenniere war bei der U1 durchschnittlich 1.01 cm lang und 0.66 cm breit und bei der U6 1.53 cm lang und 0.91 cm breit.



Abb. 42: CT-Befunde an den Nebennieren eines 41 Tage alten Kalbes (U3): Von links nach rechts: Rechte Nebenniere in der transversalen Ebene auf Höhe des 3. Lendenwirbels (A), in der rechtssagittalen Ebene auf Höhe der V. portae (B) und in der dorsalen Ebene auf Höhe der V. renalis (C), linke Nebenniere in der transversalen Ebene auf Höhe des 4. Lendenwirbels (D), in der linkssagittalen Ebene auf Höhe der linken Niere (E) und der dorsalen Ebene auf Höhe der V. cava caudalis (F). 1 Glandula adrenalis dexter, 2 Glandula adrenalis sinister, 3 Ren dexter, 4 Ren sinister, 5 V. cava caudalis, 6 Aorta abdominalis, 7 V. renalis, 8 Hepar, 9 Rumen, 10 Abomasum, 11 Lien, 12 V. portae, 13 Vesica fellea, 14 Vesica urinaria, 15 Rectum

Tab. 15: Messungen an den Nebennieren von 5 Kälbern ( $\bar{x} \pm s$ , Schwankungsbreite in Klammern), alle Messungen in cm

Parameter	Untersuchung					
	1	2	3	4	5	6
Länge rechts	$1.27 \pm 0.23$ (0.89 – 1.45)	$1.46 \pm 0.46$ (0.96 – 2.06)	$1.47 \pm 0.32$ (1.18 – 1.95)	$1.65 \pm 0.26^{\S}$ (1.30 – 1.96)	$1.69 \pm 0.38^{\circ}$ (1.26 – 2.04)	$1.78 \pm 0.31$ (1.38 – 2.13)
Breite rechts	$0.77 \pm 0.17$ 0.53 – 0.98	$0.87 \pm 0.34$ 0.58 – 1.44	$0.85 \pm 0.22$ (0.49 – 1.10)	$0.85 \pm 0.22$ (0.51 – 1.06)	$0.89 \pm 0.17^{\S}$ (0.71 – 1.10)	$0.92 \pm 0.21$ (0.68 – 1.18)
Länge links	$1.01 \pm 0.14$ (0.88 – 1.23)	$0.99 \pm 0.28$ (0.68 – 1.32)	$1.33 \pm 0.23^{\S}$ (0.96 – 1.58)	$1.42 \pm 0.64$ (0.90 – 2.46)	$1.28 \pm 0.22^{\circ, *}$ (0.98 – 1.53)	$1.53 \pm 0.21$ (1.39 – 1.90)
Breite links	$0.66 \pm 0.06$ (0.59 – 0.75)	$0.55 \pm 0.13^a$ (0.36 – 0.69)	$0.76 \pm 0.17^a$ (0.55 – 1.02)	$0.94 \pm 0.33$ (0.52 – 1.28)	$0.74 \pm 0.22$ (0.51 – 0.98)	$0.91 \pm 0.15^{\S}$ (0.77 – 1.13)

$^{\circ}$ : Werte bei 4 von 5 Tieren erhoben

$^a$ : Signifikanter Unterschied zwischen den Messdaten ( $P \leq 0.05$ )

$^{\S}$ : Erster signifikanter Unterschied zur Untersuchung 1 ( $P \leq 0.05$ )

$*$ : Signifikanter Unterschied zur rechten Nebenniere ( $P \leq 0.05$ )

### 6.2.2.15. Pankreas

Das Pankreas konnte bei allen Kälbern zwischen dem 11. Brust- und dem 3. Lendenwirbel gesehen werden (Abb. 43). Bei der U1 konnte das Pankreas nur zwischen dem 13. Brust- und dem 3. Lendenwirbel dargestellt werden, wobei es auf Höhe des 1. und 2. Lendenwirbels bei allen Kälbern gesehen werden konnte. Bei der U6 war es zwischen dem 11. Brust- und dem 3. Lendenwirbel bei allen Kälbern zu sehen.

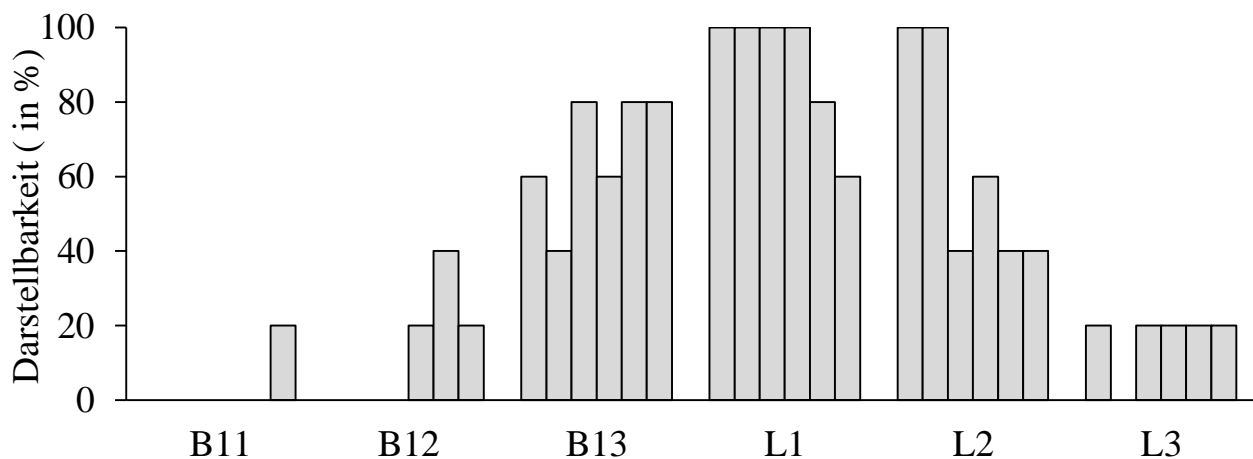


Abb. 43: Darstellbarkeit des Pankreas in Bezug auf die Brust- und Lendenwirbelsäule bei 5 Kälbern. Die zu den einzelnen Brust- und Lendenwirbeln gehörenden Säulen repräsentieren die Darstellbarkeit des Pankreas zu den Untersuchungszeitpunkten 1 bis 6. B Brustwirbel, L Lendenwirbel

Das Pankreas (1) konnte nur schwer vom umliegenden Gewebe abgegrenzt werden (Abb. 44). Das Organ umgab die V. portae (5), lag medial der Leber (3) und war dem Pansen (8) direkt benachbart. Die Unterteilung in den kleineren linken und den kräftigen rechten Pankreasschenkel gelang nur in seltenen Fällen. Vereinzelt konnte der Verlauf des rechten Pankreasschenkels im Mesenterium nach ventral verfolgt werden. Die Abgrenzung zur Leber, zur Milz (13), zu den leeren Jejunalschlingen (7) und zum Netz war auf Grund der ähnlichen Dichte dieser Organe schwierig.



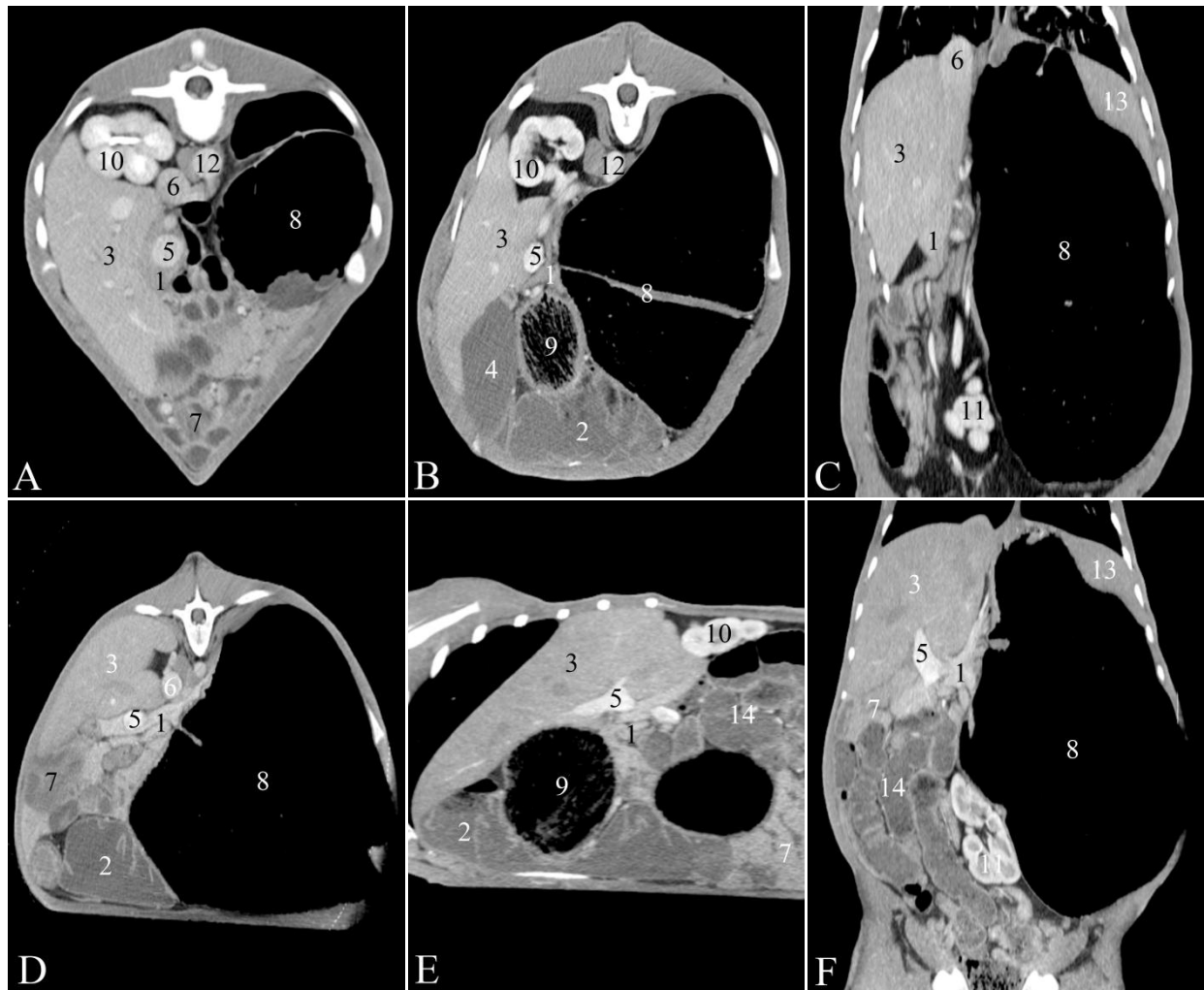


Abb. 44: Pankreas eines 1 (A), eines 63 (U4; B, C) und eines 104 Tage alten Kalbes (U6; D - F): Von links nach rechts in der transversalen Ebene auf Höhe des 2. Lendenwirbels (A, B), dorsal auf Höhe der V. cava caudalis (C), transversal auf Höhe des 1. Lendenwirbels (D), rechtssagittal auf Höhe der rechten Niere (E) und dorsal auf Höhe des Oesophagus (F). 1 Pancreas, 2 Abomasum, 3 Hepar, 4 Vesica fellea, 5 V. portae, 6 V. cava caudalis, 7 Jejunum, 8 Rumen, 9 Omasum, 10 Ren dexter, 11 Ren sinister, 12 Aorta, 13 Lien, 14 Colon

#### 6.2.2.16. Gefäße und Lymphknoten

##### Topographie der Gefäße und Lymphknoten

Die Aorta abdominalis (1) war auf ihrer ganzen Länge vom Hiatus aorticus bis zu ihrer Aufzweigung auf Höhe der letzten Lendenwirbel zu sehen (Abb. 45). Sie verlief ventral der Wirbelsäule nach kaudal, wobei ihre Abgänge, insbesondere der

Abgang der Nierengefässe (4, 5) bei allen Tieren nachvollzogen werden konnten. Auf Höhe des 6. Lendenwirbels entliess die Aorta die A. mesenterialis caudalis und auf Höhe des 7. Lendenwirbels die A. iliaca externa (Abb. 45 F).

Auch die V. cava caudalis (2) und die V. portae (3) konnten stets identifiziert werden. Die V. cava caudalis verlief rechts der Aorta nahe der Wirbelsäule nach kranial, trat schliesslich kranial der rechten Niere (8) nach ventral an die Leber (19) und zog dorsomedial im Leberparenchym weiter, bis sie schliesslich medial der Leber herzwärts zog.

Bei der U1 konnte die V. umbilicalis (21), nicht jedoch die A. umbilicalis, bei allen Kälbern kranial des Nabels dargestellt werden. Zum Teil konnte der Verlauf bis zur Leber nachvollzogen werden. Bei der U2 war die V. umbilicalis nur noch bei 80 % der Tiere kranial des äusseren Nabels zu sehen, während die A. umbilicalis nur bei einem Kalb (Nr. 4) nach kaudal verlaufend erfasst werden konnte. Bei der U3 konnte die V. umbilicalis lediglich bei 40 % der Tiere gesehen werden. Ab der U4 konnte sie nicht mehr dargestellt werden. Beim Kalb 4 mit einer Omphaloarteritis wurde zwischen der U2 und der U4 eine Zunahme des Durchmessers der A. umbilicalis festgestellt. Bei der U2 stellte sich die Wand hyperdens zur Umgebung dar, der Inhalt war homogen und weniger dicht als die Wand und wies am Harnblasenpol Gaseinschlüsse auf. Bei der U3 war die Gefässwand massiv verdickt und verlief im dorsalen Drittel der Harnblase nach links.

Die V. mesenterialis cranialis (22) konnte auf einer kurzen Strecke zwischen dem Darmkonvolut (18) und der Einmündungsstelle der V. lienalis (23) dargestellt werden. Von hier zog sie als V. portae ins Leberparenchym. Im rippengestützten Anteil des Abdomens konnte die unpaare V. azygos sinistra dorsal der Aorta, links des Wirbelkörpers, gesehen werden. Ebenso waren im kranialen Anteil des Abdomens, zwischen den Rippenknorpeln, die paarig angelegten A. und V. thoracica interna, die stets direkt benachbart verliefen, links und rechts des Sternums zu erkennen. Weiter kaudal konnten die V. und A. epigastrica cranialis ventral zwischen den Bauchmuskeln dargestellt werden.

Die Lymphknoten des Lymphocentrum iliosacrale (11) waren bei den meisten Kälbern darstellbar. Bei den Untersuchungen 1, 5 und 6 gelang der Nachweis bei einem (U5, 6) bzw. 2 Kälbern nicht. Die Lymphknoten befanden sich auf Höhe der Aortenaufzweigung und konnten in der dorsalen und in der transversalen Ebene am besten aufgefunden werden. Zum Teil gelang es, die Euterzwichenschengkellymphknoten und die Lymphknoten des Lymphocentrum mesentericum in der Umgebung der V. portae zu identifizieren. Vereinzelt konnten Lymphknoten der Vormägen, die zum Lymphocentrum coeliacum gehörten, gesehen werden. Weitere Gefäße und Lymphknoten konnten zwar gesehen, aber nicht identifiziert werden.

### **Messungen an den Gefäßen und Lymphknoten**

Die Aorta abdominalis wies kurz nach Geburt einen mittleren Durchmesser von 1.63 cm auf, der bis zur U6 auf 1.94 cm zunahm ( $P \leq 0.05$ ; Tab. 16). Der Abstand zur Lendenwirbelsäule betrug durchschnittlich 0.44 cm und blieb über die Untersuchungszeitspanne in etwa konstant. Der maximale Durchmesser der V. cava caudalis betrug bei der U1 2.10 cm und bei der U6 2.35 cm (Tab. 16). Die darstellbaren Lymphknoten des Lymphocentrum iliosacrale an der Aortenaufzweigung wiesen bei der U1 eine Länge von durchschnittlich 1.03 cm und eine Breite von 0.54 cm auf (Tab. 16). Bei der U6 betrugen die Länge 1.58 cm und die Breite 0.93 cm.

Die V. umbilicalis wies bei der U1 einen Durchmesser von durchschnittlich 1.6 cm auf. Bei der U2 betrug der durchschnittliche Durchmesser der Nabelvene 1.6 cm. Bei der U3 betrug der Durchmesser der Nabelvene bei dem einen Kalb, bei dem sie noch darstellbar war, 0.9 cm, und bei dem anderen 2.4 cm.

Die A. umbilicalis konnte beim Kalb 4 mit der Omphaloarteritis von der U2 bis zur U4 gesehen werden. Der Durchmesser betrug kaudal des Nabels bei der U2 1.1 cm, bei der U3 2.8 cm und bei der U4 bereits 5.0 cm.

Tab. 16: Messungen an Aorta, V. cava caudalis und Lymphknoten des Lymphocentrum iliosacrale von 5 Kälbern ( $\bar{x} \pm s$ , Schwankungsbreite in Klammern)

Parameter	Untersuchung					
	1	2	3	4	5	6
Aorta, Durchmesser (cm)	$1.63 \pm 0.18$ (1.48 – 1.92)	$1.62 \pm 0.27$ (1.23 – 1.99)	$1.64 \pm 0.30^a$ (1.27 – 2.08)	$2.03 \pm 0.20^{a,§}$ (1.80 – 2.25)	$1.89 \pm 0.30$ (1.55 – 2.22)	$1.94 \pm 0.33$ (1.58 – 2.27)
Aorta, Abstand zum 1. Lendenwirbel (cm)	$0.44 \pm 0.08$ (0.37 – 0.55)	$0.37 \pm 0.10^a$ (0.29 – 0.52)	$0.58 \pm 0.23^a$ (0.36 – 0.93)	$0.62 \pm 0.15^§$ (0.36 – 0.75)	$0.55 \pm 0.16$ (0.38 – 0.74)	$0.48 \pm 0.17$ (0.30 – 0.74)
V. cava caudalis, Durchmesser (cm)	$2.10 \pm 0.28$ (1.83 – 2.39)	$1.95 \pm 0.52^\circ$ (1.26 – 2.53)	$2.35 \pm 0.45^{a,§}$ (1.97 – 3.11)	$2.70 \pm 0.44^a$ (1.96 – 3.09)	$2.37 \pm 0.65^\circ$ (2.05 – 3.53)	$2.35 \pm 0.36$ (1.96 – 2.74)
Lymphknoten, Länge (cm)	$1.03 \pm 0.27^*$ (0.61 – 1.48)	$1.44 \pm 0.38$ (0.87 – 2.35)	$1.36 \pm 0.46$ (0.83 – 2.32)	$1.55 \pm 0.46^{§,\circ}$ (0.85 – 2.35)	$1.63 \pm 0.62^\circ$ (0.76 – 2.61)	$1.58 \pm 0.59$ (0.99 – 3.09)
Lymphknoten, Breite (cm)	$0.54 \pm 0.16^*$ (0.35 – 0.80)	$0.76 \pm 0.20$ (0.44 – 1.07)	$0.79 \pm 0.24^a$ (0.45 – 1.44)	$0.89 \pm 0.25^{a,\circ}$ (0.51 – 1.47)	$0.86 \pm 0.25^{§,\circ}$ (0.46 – 1.18)	$0.93 \pm 0.30$ (0.58 – 1.36)

$^\circ$ : Werte bei 4 von 5 Tieren erhoben,  $*$ : Werte bei 3 von 5 Tieren erhoben

$^a$ : Signifikanter Unterschied zwischen den Messdaten ( $P \leq 0.05$ )

$^§$ : Erster signifikanter Unterschied zur Untersuchung 1 ( $P \leq 0.05$ )

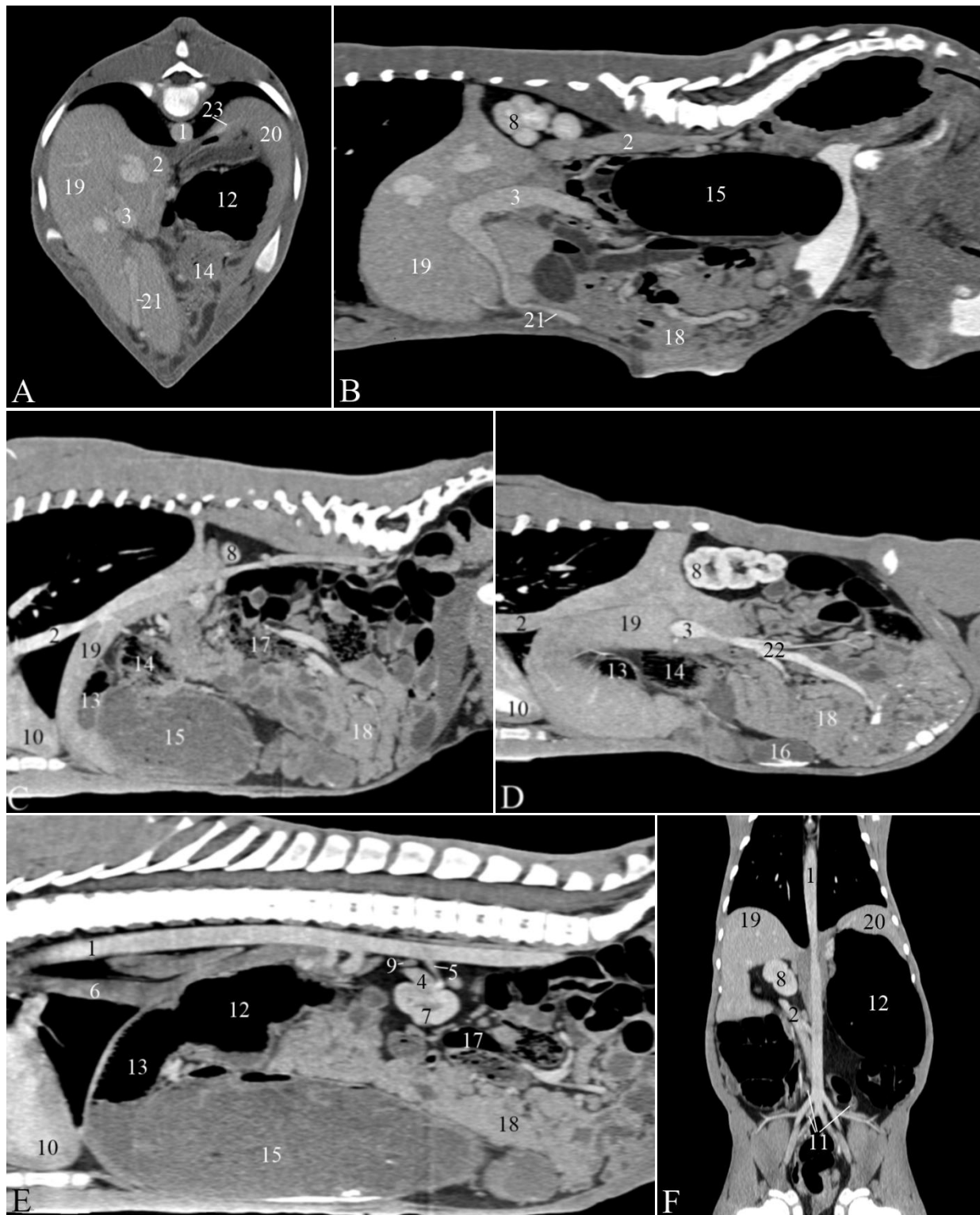


Abb. 45: CT-Befunde an den Gefäßen eines 2 (U3, A, B) und eines 41 Tage alten Kalbes (U1; C - F): Von links nach rechts V. umbilicalis in der transversalen (A) und der sagittalen Ebene (B), V. cava caudalis in der rechtssagittalen Ebene (C), V. portae in der rechtssagittalen Ebene (D), Aorta abdominalis in der sagittalen Ebene auf Höhe des Oesophagus (E) und in der dorsalen Darstellung (F). 1 Aorta

abdominalis, 2 V. cava caudalis, 3 V. portae, 4 V. renalis, 5 A. renalis, 6 Oesophagus, 7 Ren sinister, 8 Ren dexter, 9 Glandula adrenalis sinister, 10 Cor, 11 Lymphonodi iliaci mediales, 12 Rumen, 13 Reticulum, 14 Omasum, 15 Abomasum, 16 Duodenum pars cranialis, 17 Colon, 18 Jejunum/Ileum, 19 Hepar, 20 Lien, 21 V. umbilicalis, 22 V. mesenterialis cranialis, 23 V. lienalis

### **6.3. Vergleich der CT-Aufnahmen mit den anatomischen Schnitten**

Bei der vergleichenden Gegenüberstellung der CT-Bilder mit den korrespondierenden anatomischen Schnittbildern in der transversalen Ebene wurde das Anatomiefenster in der Mitte dargestellt, linksseitig wurden das Weichteilfenster und rechtsseitig das Knochenfenster aus der CT-Abdomenstudie desselben Kalbes platziert. Auf der gleichen Seite wurde jeweils in einer kleineren Abbildung die entsprechende Schnittebene in der sagittalen Darstellung angeordnet. Zudem erfolgte bei je einem Kalb ein Bildvergleich in der dorsalen und in der sagittalen Ebene im gleichen Stil.

### 6.3.1. Legende zu den Abbildungen

#### Knöcherne Strukturen (Grossbuchstaben)

- A Vertebra thoracica bzw. lumbalis - Brust- bzw. Lendenwirbel
- B Processus spinosus vertebrae thoracicae bzw. lumbalis - Dornfortsatz des Brust- bzw. Lendenwirbels
- C Scapula - Schulterblatt
- D Costa - Rippe
- E Caput costae - Rippenkopf
- F Cartilago costalis - Rippenknorpel
- G Sternum - Brustbein
- H Processus xiphoideus bzw. Cartilago xiphoidea - Schaufelknorpel
- I Processus transversus vertebrae lumbalis - Querfortsatz des Lendenwirbels
- J Os sacrum - Kreuzbein
- K Os ilium - Darmbein
- L Os pubis - Schambein
- M Os coxae - Hüftbein
- N Os femoris - Oberschenkelbein
- O Tibia - Schienbein
- P Patella - Kniescheibe

#### Muskeln (Kleinbuchstaben)

- a M. infraspinatus - Unterer Grätenmuskel
- b M. supraspinatus - Oberer Grätenmuskel
- c M. spinalis et semispinalis thoracis et cervicis - Dornfortsatzmuskel
- d M. longissimus thoracis et lumborum - Brustkorb- und Lendenportion des langen Rückenmuskels
- e M. subscapularis - Unterschultermuskel
- f M. pectoralis profundus - Tiefer Brustmuskel
- g M. latissimus dorsi - Breiter Rückenmuskel
- h M. serratus ventralis thoracis - Brustkorbportion des ventralen gesägten Muskels
- i M. iliocostalis - Gemeinschaftlicher Rippenmuskel
- j M. trapezius - Pars thoracica - Brustkorbteil des trapezförmigen Muskels
- k M. rhomboideus thoracis - Brustkorbportion des rautenförmigen Muskels
- l Mm. multifidi thoracis et lumborum - Brustkorb- und Lendenportion der vielästigen Muskeln
- m Diaphragma - Zwerchfell
- n Mm. Abdominis -Bauchmuskulatur
- o M. Iliopsoas - Lendendarmbeinmuskel
- p M. psoas major - Grosser Lendenmuskel
- q M. psoas minor - Kleiner Lendenmuskel
- r M. rectus abdominis - Gerader Bauchmuskel
- s Linea Alba - Weisse Linie

t M. gluteus medius - Mittlerer Kruppenmuskel

Organe, Gefäße, Lymphknoten (Zahlen)

- 1 Oesophagus - Speiseröhre
- 2 Aorta - Grosse Körperschlagader
- 3 V. cava caudalis - Hintere Hohlvene
- 4 Apex cordis - Herzspitze
- 5 Lobi pulmones sinistri - Lappen der linken Lunge
- 6 Lobi pulmones dextri - Lappen der rechten Lunge
- 7 Bronchus lobaris - Lappenbronchus
- 8 Lobus accessorius pulmonis - Akzessorischer Lungenlappen
- 9 Äste der Aa. und Vv. pulmonales
- 10 Reticulum - Haube
- 11 Sulcus ventriculi - Schlundrinne
- 12 Plica ruminoreticularis - Hauben-Pansenfalte
- 13 Cristae reticuli - Haubenleisten
- 14 Atrium ruminis - Pansenvorhof, Schleudermagen
- 15 Ostium reticulo-omasicum - Hauben-Psalteröffnung
- 16 Pila cranialis - Kranialer Pansenpfeiler
- 17 Omasum - Psalter, Blättermagen
- 18 Laminae omasi - Psalterblätter
- 19 Sulcus omasi - Psalterrinne
- 20 Ostium omasoabomasicum - Psalter-Labmagenöffnung
- 21 Abomasum - Labmagen
  - 21a Pylorusteil des Labmagens
- 22 Pylorus - Pförtner
- 23 Plicae spirales abomasi - Labmagenschleimhautfalten
- 24 Saccus ruminis ventralis - Ventraler Pansensack
- 25 Saccus ruminis dorsalis - Dorsaler Pansensack
- 26 Pila longitudinalis dextra - Rechter Längspfeiler
- 27 Pila longitudinalis sinistra - Linker Längspfeiler
- 28 Saccus caecus caudodorsalis ruminis - Dorsaler Blindsack des Pansens
- 29 Saccus caecus caudoventralis ruminis - Ventraler Blindsack des Pansens
- 30 Pila caudalis - Hinterer Pansenpfeiler
- 31 Pila coronaria ventralis - Ventraler Kranzpfeiler
- 32 Pila coronaria dorsalis - Dorsaler Kranzpfeiler
- 33 Hepar - Leber
  - 33a Lobus hepatis sinister - Linker Leberlappen
  - 33b Lobus hepatis dexter - Rechter Leberlappen
  - 33c Lobus caudatus - Geschwänzter Leberlappen
- 34 Impressio renalis der Leber - Eindellung der Leber durch die Niere
- 35 V. portae - Pfortader
- 36 V. hepatica - Lebervene
- 37 V. lienalis - Milzvene



- 38 Vesica fellea - Gallenblase
- 39 Ductus choledochus bzw. cysticus - Gallenblasengang
- 40 Pankreas - Bauchspeicheldrüse
  - 40a Lobus pancreatis dexter - Rechter Pankreasschenkel
  - 40b Lobus pancreatis sinister - Linker Pankreasschenkel
- 41 Duodenum - Zwölffingerdarm
  - 41a Pars cranialis - Anfangsteil
  - 41a' Ansa sigmoidea der Pars cranialis
  - 41b Pars descendens - Absteigender Teil
  - 41c Pars ascendens - Aufsteigender Teil
  - 41d Flexura duodeni caudalis - Kaudale Umschlagstelle
- 42 Jejunum bzw. Ileum - Leerdarm bzw. Hüftdarm
- 43 Caecum - Blinddarm
- 44 Colon - Grimmdarm
  - 44a Ansa proximalis des Colon ascendens - Anfangsschleife
  - 44b Ansa spiralis des Colon ascendens - Grimmdarmspirale
  - 44c Ansa distalis coli des Colon ascendens - Endschleife
  - 44d Colon transversum
  - 44e Colon descendens
- 45 Rectum - Mastdarm
- 46 Mesenterium - Darmgekröse
- 47 Lien - Milz, Splen
- 48 A. bzw. V. lienalis
- 49 Ren dexter - Rechte Niere
- 50 Ren sinister - Linke Niere
- 51 Sinus renalis - Nierengrube
- 52 V. renalis - Nierenvene
- 53 Ureter - Harnleiter
- 54 Vesica urinaria - Harnblase
- 55 Urethra - Harnröhre
- 56 Glandula adrenalis dextra - Rechte Nebenniere
- 57 Glandula adrenalis sinistra - Linke Nebenniere
- 58 Omentum majus - Grosses Netz
- 59 Endaufteilung von Aorta abdominalis und V. cava caudalis bzw. A. et V. iliaca externa
- 60 Testis - Hoden
- 61 Medulla spinalis - Rückenmark
- 62 V. epigastrica cranialis superficialis - Kraniale, oberflächliche Bauchdeckenvene
- 63 Lnn. omasiales - Psalterlymphknoten
- 64 Scrotum - Hodensack
- 65 Lnn. iliaci mediales - Mittlere Hüftdarmlymphknoten
- 66 Dickdarmlymphknoten
- 67 Lnn. jejunaes - Jejunallymphknoten

- 68 Mineraleichtes Sediment im Verdauungsapparat
- 69 Intrathorakales Fett
- 70 V. azygos sinistra - Linke unpaarige Vene der Paarhufer
- 71 A. et V. mesenterialis cranialis - Kraniale Gekrösearterie und -vene
- 72 Freie Flüssigkeit in der Bauchhöhle
- 73 Lnn. mediastinales caudalis - Kaudaler Mittelfelllymphknoten
- 74 A. et V. musculophrenica
- 75 A. et V. thoracica interna - Innere Brustkorbarterie und -vene
- 76 A. et V. epigastrica cranialis - Kraniale Bauchdeckenarterie und -vene

### 6.3.2. Querschnittanatomie des Abdomens eines 104 Tage alten Holstein-Friesian-Kalbes

108

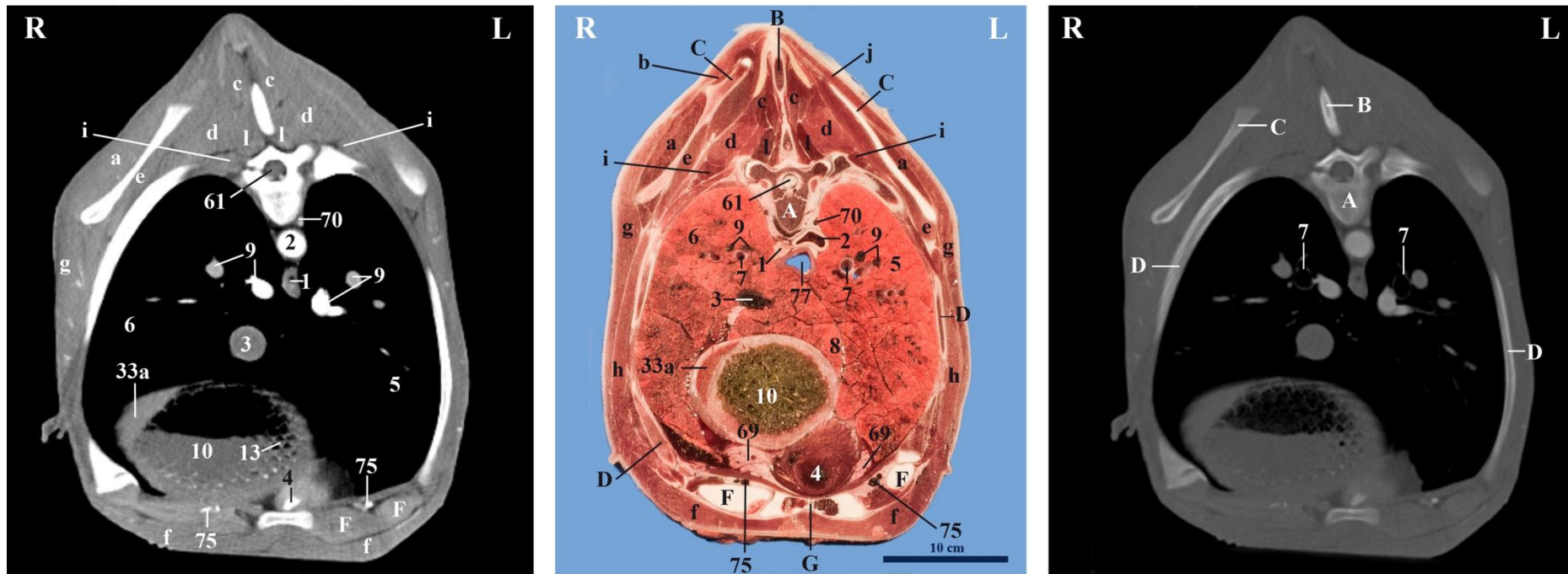


Abb. 46: Vergleich von Weichteil- (links) und Knochenfenster (rechts) mit dem anatomischen Schnitt (Mitte) auf Höhe des 6. Brustwirbels

A Vertebra thoracica VI, B Processus spinosus thoracicae, C Scapula, D Costa, F Cartilago costalis, G Sternum

a M. infraspinatus, c M. spinalis et semispinalis thoracis, d M. longissimus thoracis, e M. subscapularis, f M. pectoralis profundus, g M. latissimus dorsi, h M. serratus ventralis thoracis, i M. iliocostalis, l Mm. multifidi thoracis

1 Oesophagus, 2 Aorta, 3 V. cava caudalis, 4 Apex cordis, 5 Lobi pulmones sinistri, 6 Lobi pulmones dextri, 7 Bronchus lobaris, 8 Lobus accessorius pulmonis, 9 Äste der Aa. und Vv. pulmonales, 10 Reticulum, 13 Cristae reticuli, 33a Lobus hepatis sinister, 61 Medulla spinalis, 69 Intrathorakales Fett, 70 V. azygos sinistra, 75 V. thoracica interna, 77 Trachea



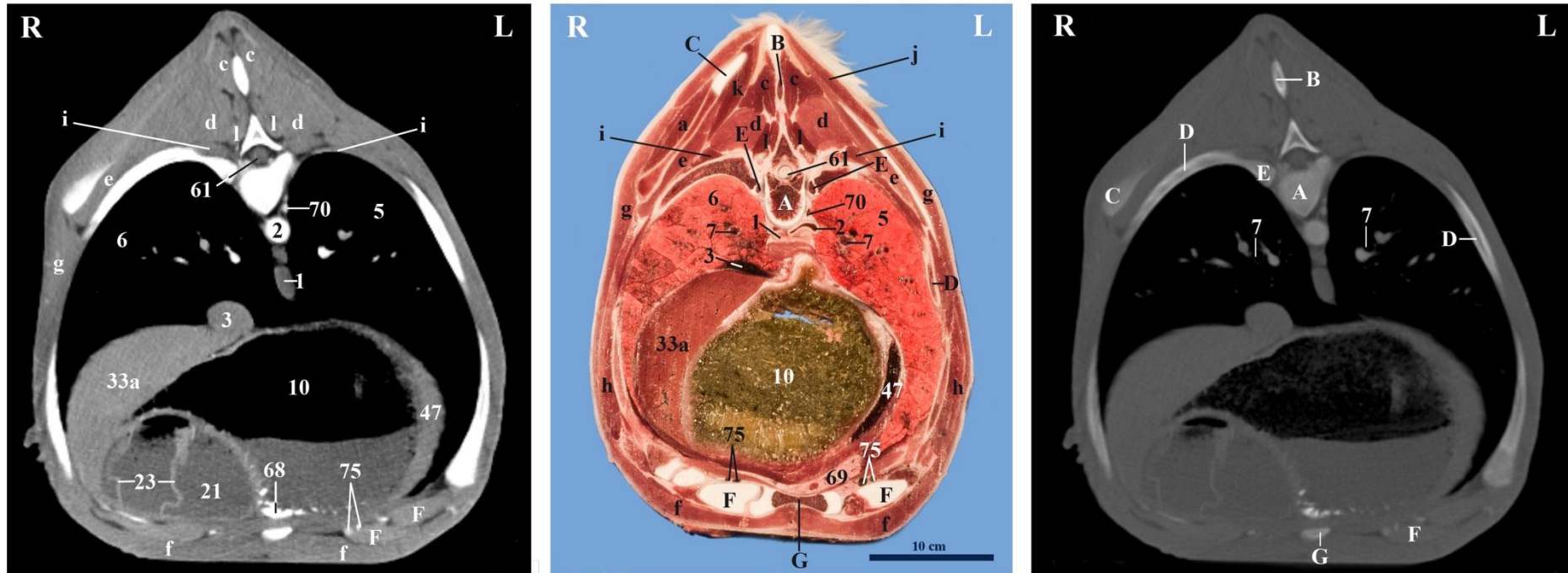


Abb. 47: Vergleich von Weichteil- und Knochenfenster mit dem anatomischen Schnitt auf Höhe des 7. Brustwirbels

A Vertebra thoracica VII, B Processus spinosus thoracicae, C Scapula, D Costa, E Caput costae, F Cartilago costalis, G Sternum

a M. infraspinatus, c M. spinalis et semispinalis thoracis, d M. longissimus thoracis, e M. subscapularis, f M. pectoralis profundus, g M. latissimus dorsi, h M. serratus ventralis thoracis, i M. iliocostalis, l Mm. multifidi thoracis

1 Oesophagus, 2 Aorta, 3 V. cava caudalis, 5 Lobi pulmones sinistri, 6 Lobi pulmones dextri, 7 Bronchus lobaris, 10 Reticulum, 21 Abomasum, 23 Plicae spirales abomasi, 33a Lobus hepatis sinister, 47 Lien, 61 Medulla spinalis, 68 Mineraldichtes Sediment, 69 Intrathorakales Fett, 70 V. azygos sinistra, 75 V. thoracica interna





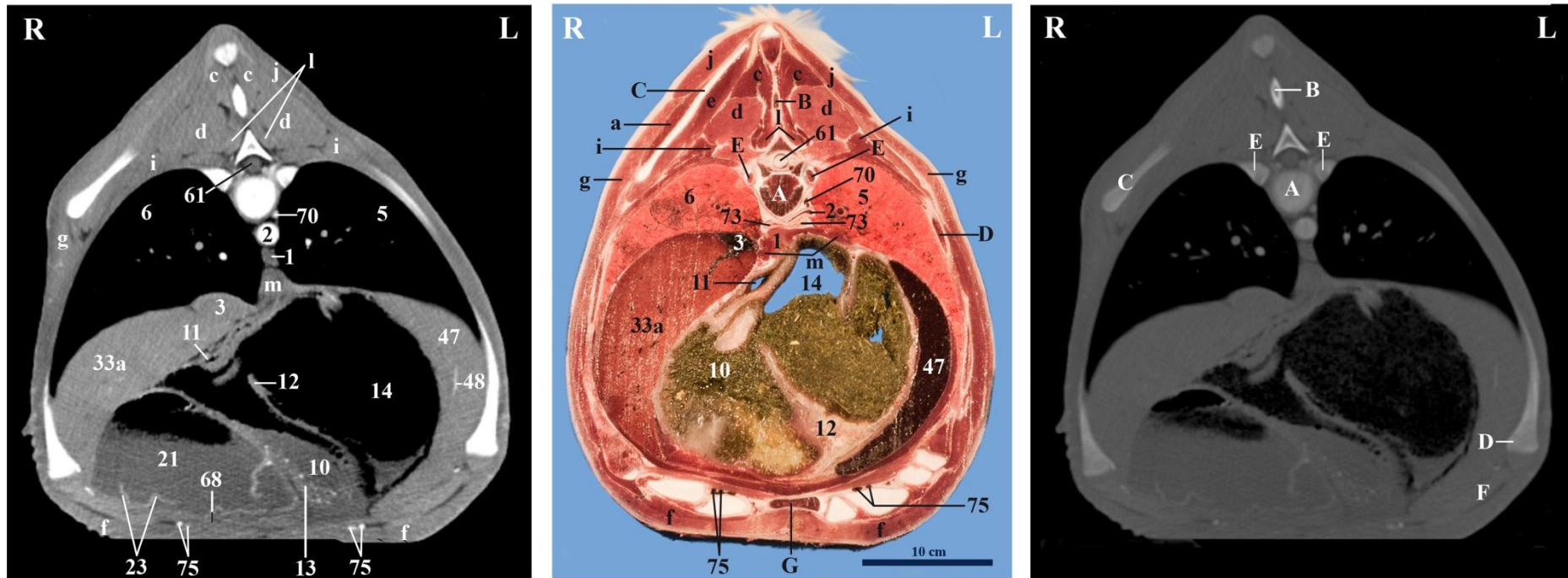


Abb. 48: Vergleich von Weichteil- und Knochenfenster mit dem anatomischen Schnitt auf Höhe des 8. Brustwirbels

A Vertebra thoracica VIII, B Processus spinosus thoracicae, C Scapula, D Costa, E Caput costae, F Cartilago costalis, G Sternum

a M. infraspinatus, c M. spinalis et semispinalis thoracis, d M. longissimus thoracis, e M. subscapularis, f M. pectoralis profundus, g M. latissimus dorsi, i M. iliocostalis, j M. trapezius, Pars thoracica, l Mm. multifidi thoracis, m Crus dextrum diaphragmatis

1 Oesophagus, 2 Aorta, 3 V. cava caudalis, 5 Lobi pulmones sinistri, 6 Lobi pulmones dextri, 10 Reticulum, 11 Sulcus ventriculi, 12 Plica ruminoreticularis, 13 Cristae reticuli, 14 Atrium ruminis, 21 Abomasum, 23 Plicae spirales abomasi, 33a Lobus hepatis sinister, 47 Lien, 48 A./V. lienalis, 61 Medulla spinalis, 70 V. azygos sinistra, 73 Lnn. mediastinales caudalis, 75 V. thoracica interna



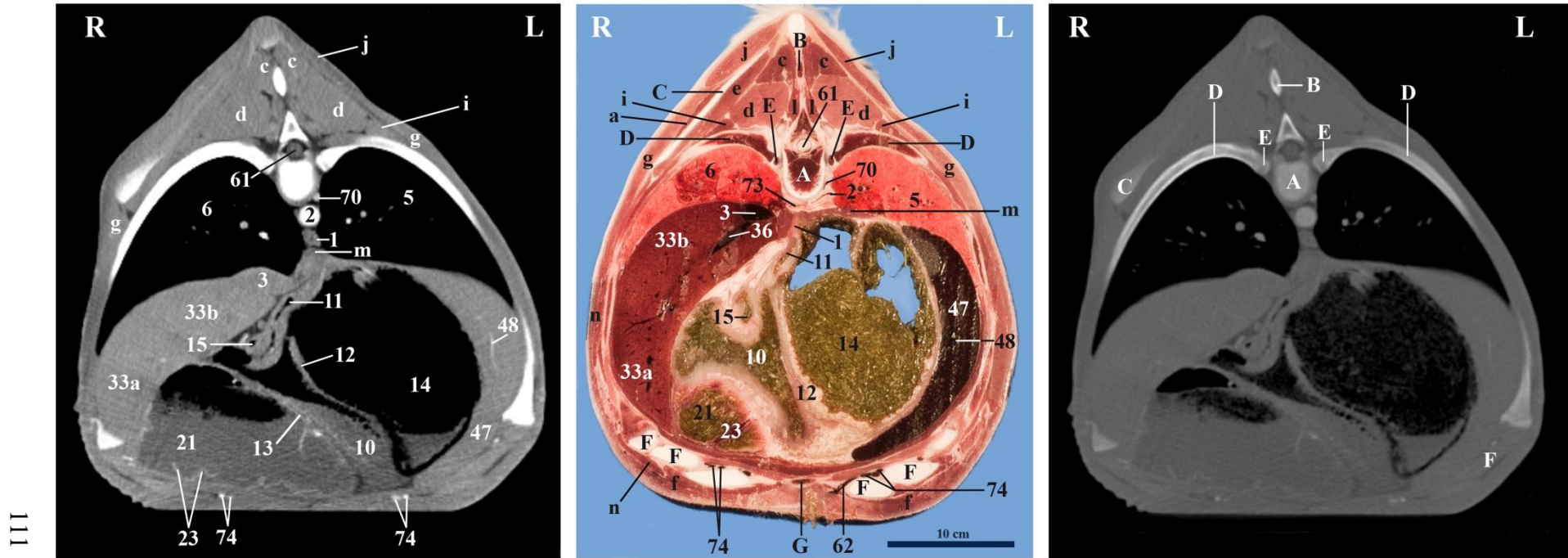


Abb. 49: Vergleich von Weichteil- und Knochenfenster mit dem anatomischen Schnitt auf Höhe des 9. Brustwirbels

A Vertebra thoracica IX, B Processus spinosus thoracicae, C Scapula, D Costa, E Caput costae, F Cartilago costalis, G Sternum

a M. infraspinatus, c M. spinalis et semispinalis thoracis, d M. longissimus thoracis, e M. subscapularis, f M. pectoralis profundus, g M. latissimus dorsi, i M. iliocostalis, j M. trapezius, Pars thoracica, l Mm. multifidi thoracis, m Crus dextrum diaphragmatis

1 Oesophagus, 2 Aorta, 3 V. cava caudalis, 5 Lobi pulmones sinistri, 6 Lobi pulmones dextri, 10 Reticulum, 11 Sulcus ventriculi, 12 Plica ruminoreticularis, 13 Cristae reticuli, 14 Atrium ruminis, 15 Ostium reticulo-omasicum, 21 Abomasum, 23 Plicae spirales abomasi, 33a Lobus hepatis sinister, 47 Lien, 48 A./V. lienalis, 61 Medulla spinalis, 70 V. azygos sinistra, 73 Lnn. mediastinales caudalis, 75 V. thoracica interna





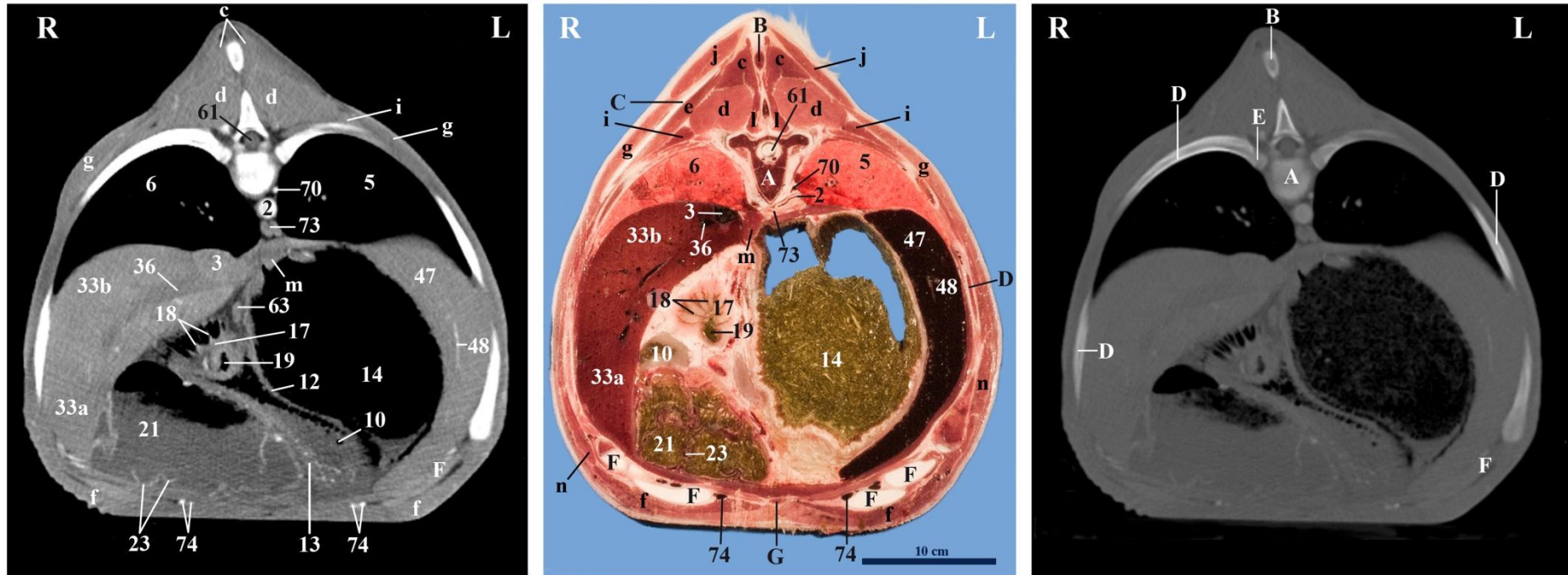


Abb. 50: Vergleich von Weichteil- und Knochenfenster mit dem anatomischen Schnitt auf Höhe des 10. Brustwirbels

A Vertebra thoracica X, B Processus spinosus thoracicae, C Scapula, D Costa, E Caput costae, F Cartilago costalis, G Sternum  
 c M. spinalis et semispinalis thoracis, d M. longissimus thoracis, e M. subscapularis, f M. pectoralis profundus, g M.  
 latissimus dorsi, i M. iliocostalis, j M. trapezius, Pars thoracica, l Mm. multifidi thoracis, m Crus dextrum diaphragmatis, n  
 Mm. Abdominis

2 Aorta, 3 V. cava caudalis, 5 Lobi pulmones sinistri, 6 Lobi pulmones dextri, 10  
 Reticulum, 11 Sulcus ventriculi, 12 Plica ruminoreticularis, 13 Cristae reticuli, 14 Atrium  
 ruminis, 17 Omasum, 18 Laminae omasi, 19 Sulcus omasi, 21 Abomasum, 23 Plicae  
 spirales abomasi, 33a Lobus hepatis sinister, 33b Lobus hepatis dexter, 36 V. hepatica, 47  
 Lien, 48 A./V. lienalis, 61 Medulla spinalis, 70 V. azygos sinistra, 73 Lnn. mediastinales  
 caudalis, 74 A./V. musculophrenica



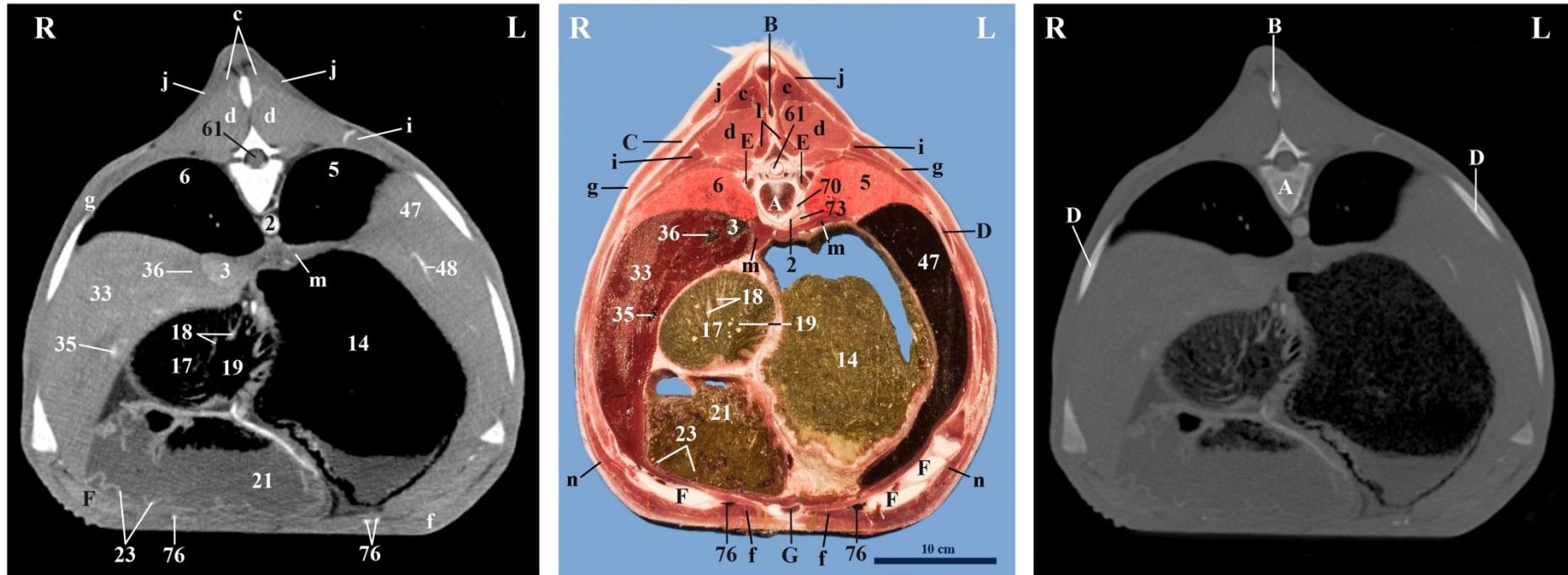


Abb. 51: Vergleich von Weichteil- und Knochenfenster mit dem anatomischen Schnitt auf Höhe des 11. Brustwirbels

A Vertebra thoracica XI, B Processus spinosus thoracicae, C Scapula, D Costa, E Caput costae, F Cartilago costalis, G Sternum

c M. spinalis et semispinalis thoracis, d M. longissimus thoracis, f M. pectoralis profundus, g M. latissimus dorsi, i M. iliocostalis, j M. trapezius, Pars thoracica, l Mm. multifidi thoracis, m Crus dextrum diaphragmatis, n Mm. Abdominis

2 Aorta, 3 V. cava caudalis, 5 Lobi pulmones sinistri, 6 Lobi pulmones dextri, 14 Atrium ruminis, 17 Omasum, 18 Laminae omasi, 19 Sulcus omasi, 21 Abomasum, 23 Plicae spirales abomasi, 33 Hepar, 35 V. portae, 36 V. hepatica, 47 Lien, 48 A./V. lienalis, 61 Medulla spinalis, 70 V. azygos sinistra, 73 Lnn. mediastinales caudalis, 76 A./V. epigastrica cranialis





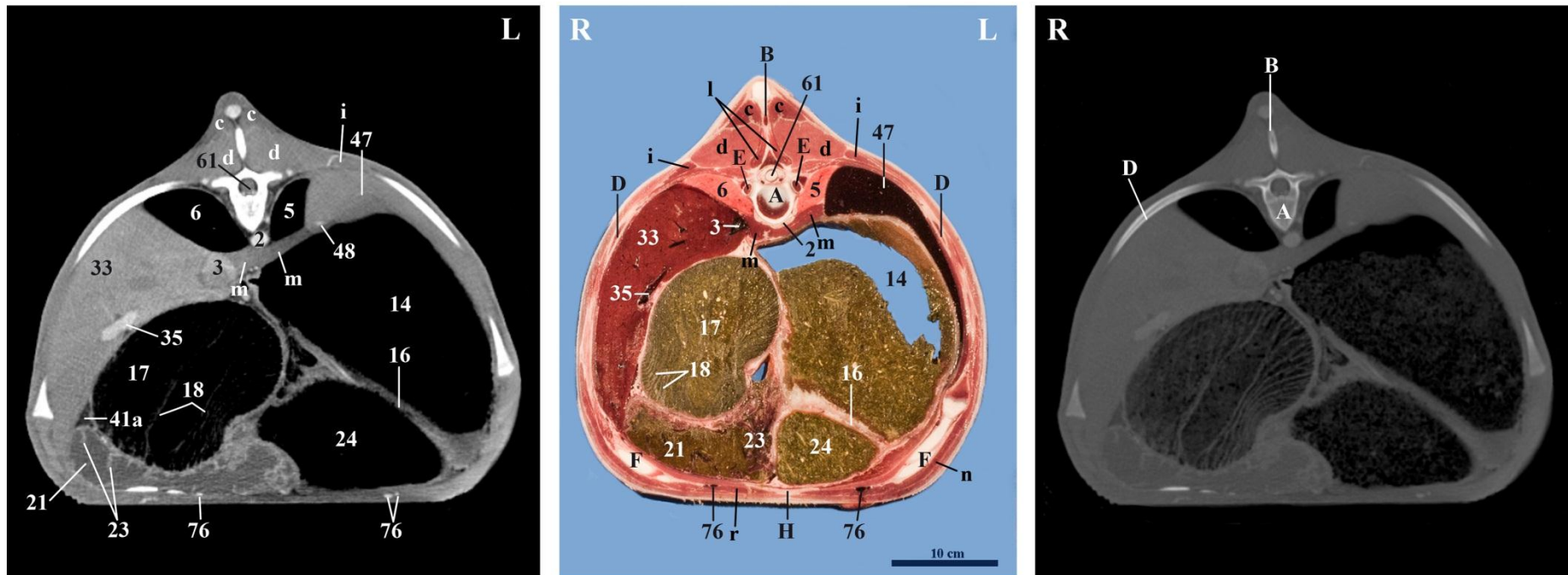
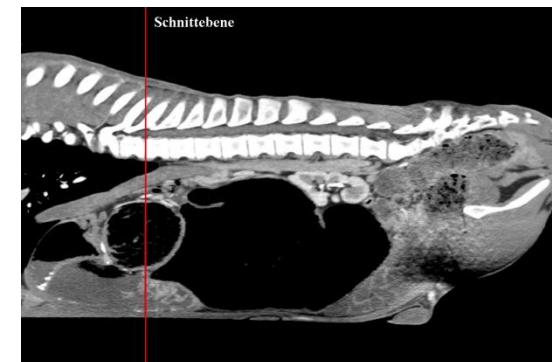


Abb. 52: Vergleich von Weichteil- und Knochenfenster mit dem anatomischen Schnitt auf Höhe des 12. Brustwirbels

A Vertebra thoracica XII, B Processus spinosus thoracicae, D Costa, E Caput costae, F Cartilago costalis, H Cartilago xiphoidea

c M. spinalis et semispinalis thoracis, d M. longissimus thoracis, i M. iliocostalis, l Mm. multifidi thoracis, m Crus dextrum diaphragmatis, n Mm. Abdominis, r M. rectus abdominis

2 Aorta, 3 V. cava caudalis, 5 Lobi pulmones sinistri, 6 Lobi pulmones dextri, 14 Atrium ruminis, 16 Pila cranialis, 17 Omasum, 18 Laminae omasi, 21 Abomasum, 23 Plicae spirales abomasi, 24 Saccus ruminis ventralis, 33 Hepar, 35 V. portae, 47 Lien, 48 A./V. lienalis, 61 Medulla spinalis, 76 A./V. epigastrica cranialis



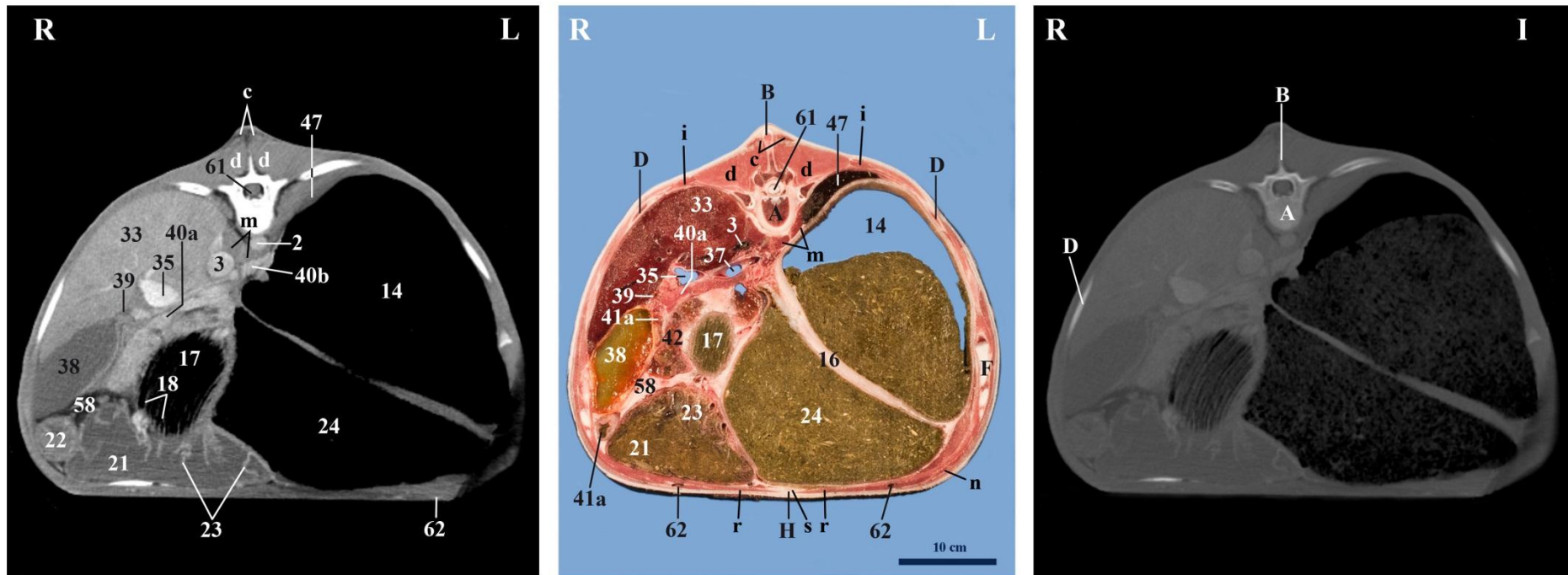
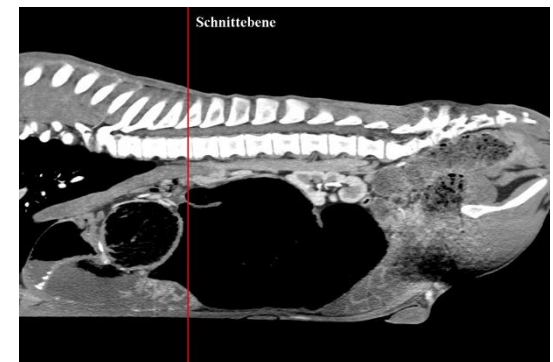


Abb. 53: Vergleich von Weichteil- und Knochenfenster mit dem anatomischen Schnitt auf Höhe des 13. Brustwirbels

A Vertebra thoracica XIII, B Processus spinosus thoracicae, D Costa, F Cartilago costalis, H Cartilago xiphoidea  
c M. spinalis et semispinalis thoracis, d M. longissimus thoracis, i M. iliocostalis, m Crus dextrum diaphragmatis, n Mm.  
Abdominis, r M. rectus abdominis, s Linea alba

2 Aorta, 3 V. cava caudalis, 14 Atrium ruminis, 16 Pila cranialis, 17 Omasum, 18 Laminae omasi, 21 Abomasum, 22 Pylorus, 23 Plicae spirales abomasi, 24 Saccus ruminis ventralis, 33 Hepar, 35 V. portae, 37 V. lienalis, 38 Vesica fellea, 39 Ductus choledochus/cysticus, 40a Lobus pancreatis dexter, 40b Lobus pancreatis sinister, 41a Duodenum, Pars cranialis, 42 Jejunum/Ileum, 47 Lien, 48 A./V. lienalis, 58 Omentum majus, 61 Medulla spinalis, 62 V. epigastrica cranialis superficialis



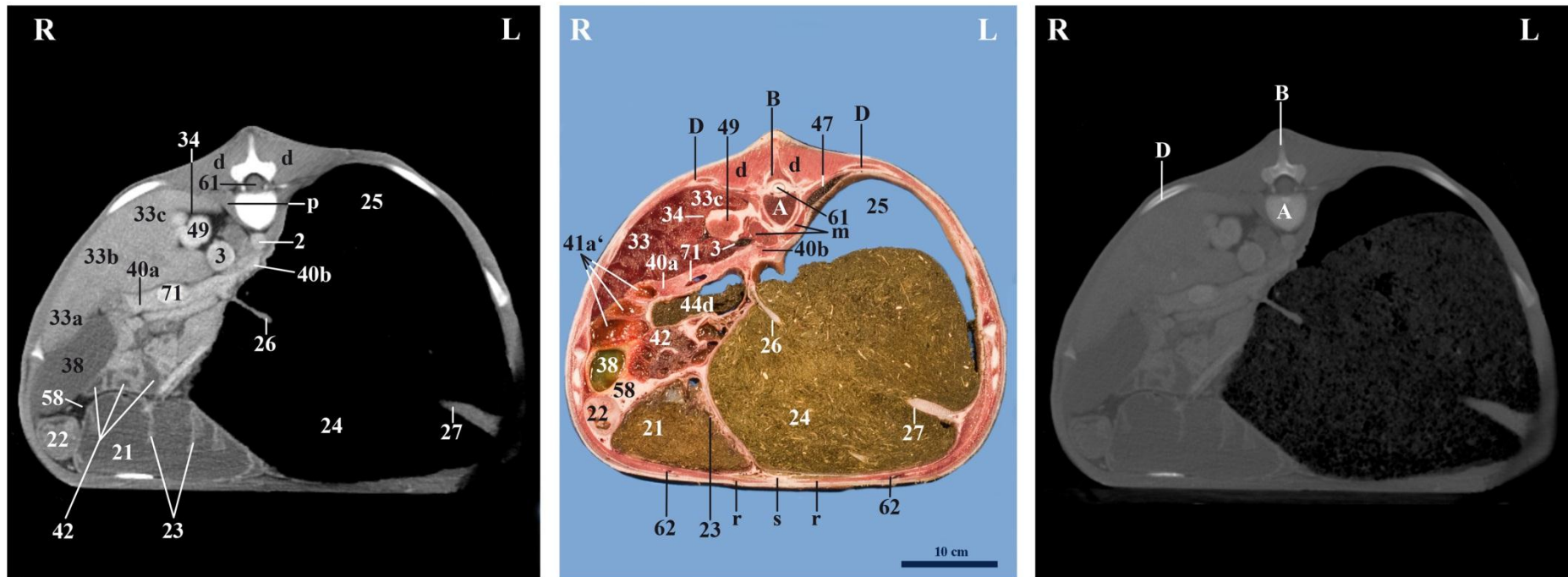


Abb. 54: Vergleich von Weichteil- und Knochenfenster mit dem anatomischen Schnitt auf Höhe des 1. Lendenwirbels

A Vertebra lumbalis I, B Processus spinosus lumbalis, D Costa

d M. longissimus lumborum, m Crus dextrum diaphragmatis, r M. rectus abdominis, s Linea alba

2 Aorta, 3 V. cava caudalis, 21 Abomasum, 22 Pylorus, 23 Plicae spirales abomasi, 24 Saccus ruminis ventralis, 25 Saccus ruminis dorsalis, 26 Pila longitudinalis dextra, 27 Pila longitudinalis sinistra, 33a Lobus hepatis sinister, 33b Lobus hepatis dexter, 33c Lobus caudatus, 34 Impressio renalis der Leber, 38 Vesica fellea, 40a Lobus pancreatis dexter, 40b Lobus pancreatis sinister, 41a' Ansa sigmoidea der Pars cranialis duodeni, 42 Jejunum/Ileum, 44d Colon transversum, 47 Lien, 49 Ren dexter, 58 Omentum majus, 61 Medulla spinalis, 62 V. epigastrica cranialis superficialis, 71 A./V. mesenterialis cranialis





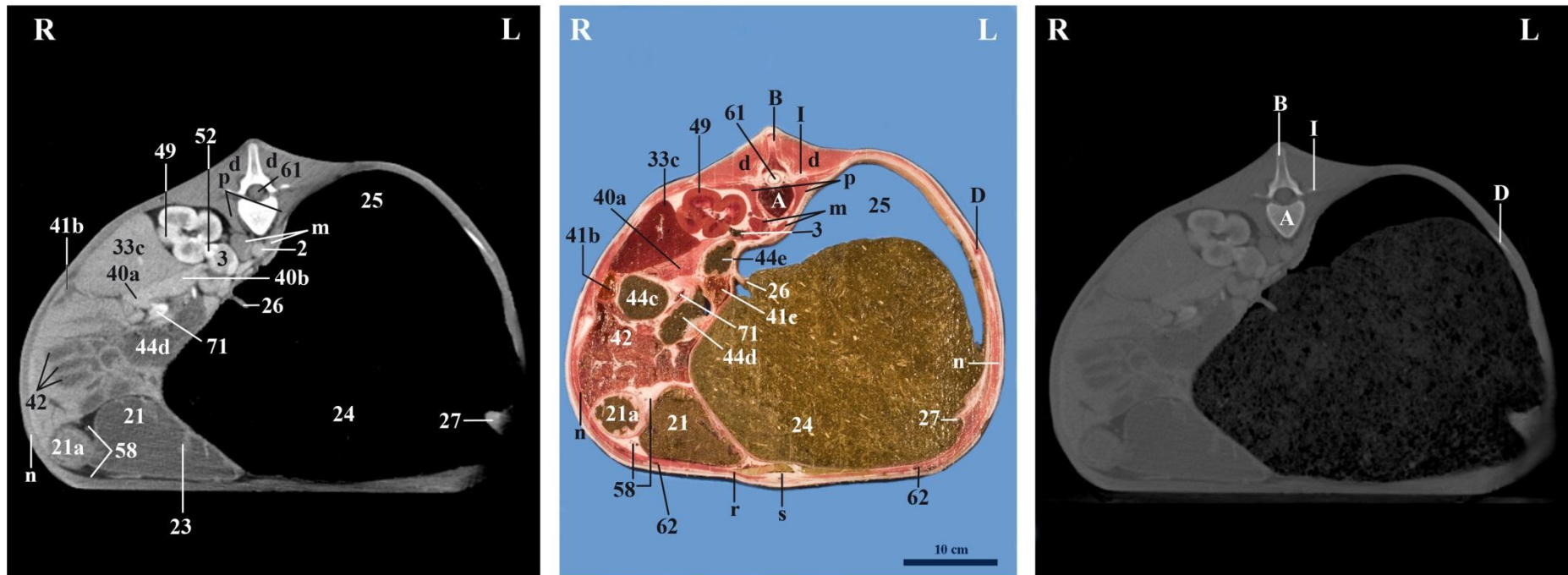


Abb. 55: Vergleich von Weichteil- und Knochenfenster mit dem anatomischen Schnitt auf Höhe des 2. Lendenwirbels

A Vertebra lumbalis II, B Processus spinosus lumbalis, D Costa, I Processus transversus vertebrae lumbalis  
d M. longissimus lumborum, m Crus dextrum diaphragmatis, n Mm. Abdominis, p M. psoas major, r M. rectus abdominis, s Linea alba

2 Aorta, 3 V. cava caudalis, 21 Abomasum, 21a Pylorusteil des Abomasums, 23 Plicae spirales abomasi, 24 Saccus ruminis ventralis, 25 Saccus ruminis dorsalis, 26 Pila longitudinalis dextra, 27 Pila longitudinalis sinistra, 33c Lobus caudatus, 40a Lobus pancreatis dexter, 40b Lobus pancreatis sinister, 41b Pars descendens duodeni, 41c Pars ascendens duodeni, 42 Jejunum/Ileum, 44c Ansa distalis coli, 44d Colon transversum, 44e Colon descendens, 49 Ren dexter, 52 V. renalis, 58 Omentum majus, 61 Medulla spinalis, 62 V. epigastrica cranialis superficialis, 71 A./V. mesenterialis cranialis



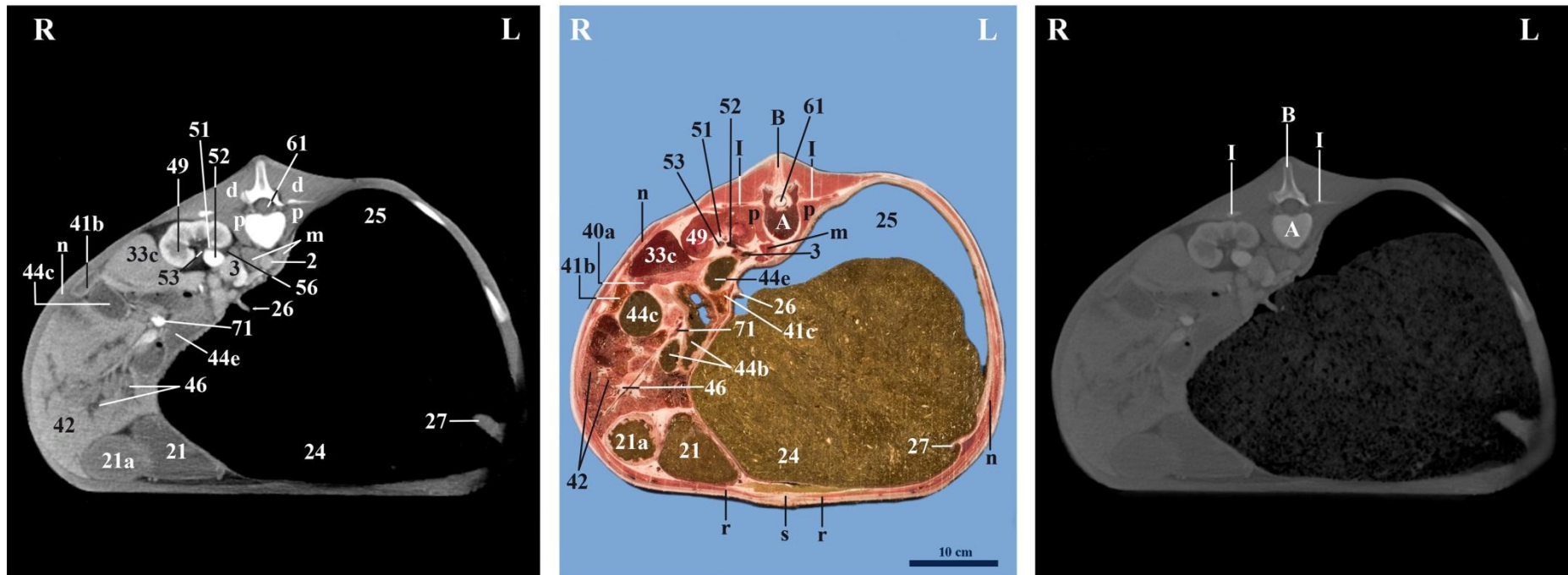


Abb. 56: Vergleich von Weichteil- und Knochenfenster mit dem anatomischen Schnitt auf Höhe des 3. Lendenwirbels

A Vertebra lumbalis III, B Processus spinosus lumbalis, I Processus transversus vertebrae lumbalis

d M. longissimus lumborum, m Crus dextrum diaphragmatis, n Mm. Abdominis, p M. psoas major, r M. rectus abdominis, s Linea alba

2 Aorta, 3 V. cava caudalis, 21 Abomasum, 21a Pylorusteil des Abomasums, 24 Saccus ruminis ventralis, 25 Saccus ruminis dorsalis, 26 Pila longitudinalis dextra, 27 Pila longitudinalis sinistra, 33c Lobus caudatus, 40a Lobus pancreatis dexter, 41b Pars descendens duodeni, 42 Jejunum/Ileum, 44b Ansa spiralis coli, 44c Ansa distalis coli, 44e Colon descendens, 46 Mesenterium, 49 Ren dexter, 51 Sinus renalis, 52 V. renalis, 53 Ureter, 58 Omentum majus, 61 Medulla spinalis, 71 A./V. mesenterialis cranialis



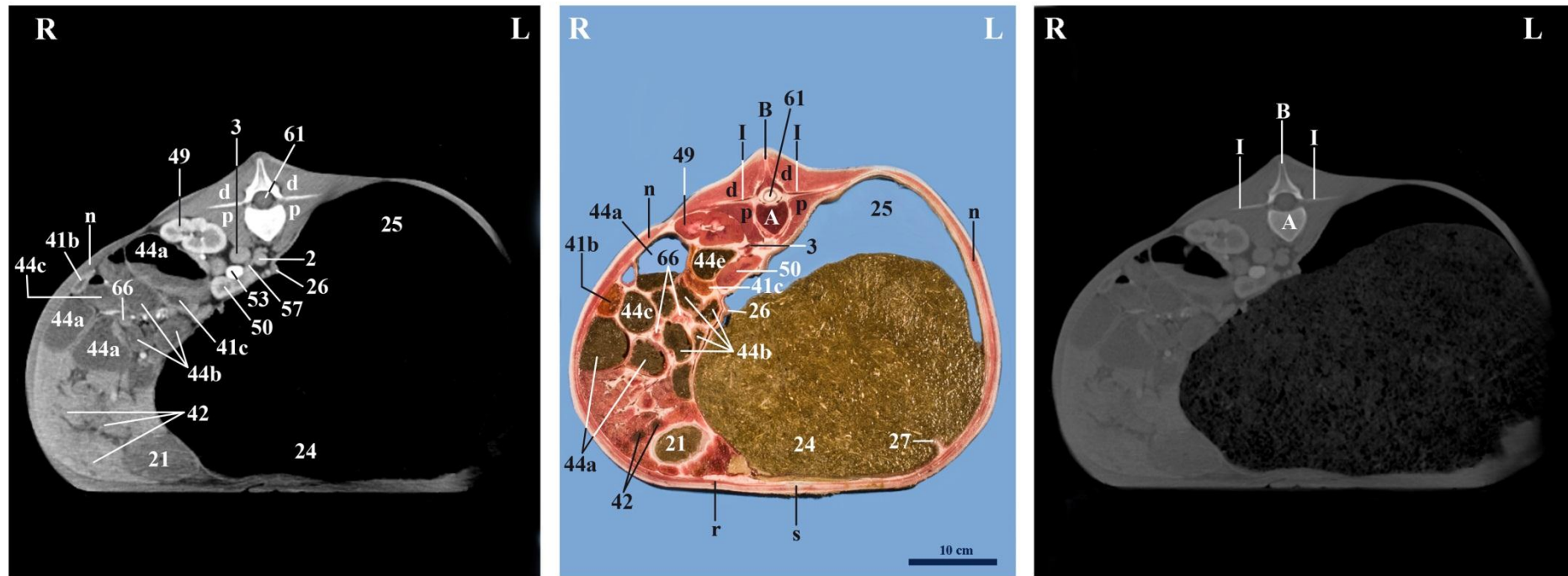


Abb. 57: Vergleich von Weichteil- und Knochenfenster mit dem anatomischen Schnitt auf Höhe des 4. Lendenwirbels

A Vertebra lumbalis IV, B Processus spinosus lumbalis, I Processus transversus vertebrae lumbalis  
 d M. longissimus lumborum, n Mm. Abdominis, p M. psoas major, r M. rectus abdominis, s Linea alba  
 2 Aorta, 3 V. cava caudalis, 21 Abomasum, 24 Saccus ruminis ventralis, 25 Saccus ruminis dorsalis, 26 Pila longitudinalis  
 dextra, 27 Pila longitudinalis sinistra, 41b Pars descendens duodeni, 41c Pars ascendens  
 duodeni, 42 Jejunum/Ileum, 44a Ansa proximalis des Colon ascendens, 44b Ansa spiralis  
 coli, 44c Ansa distalis coli, 44e Colon descendens, 49 Ren dexter, 50 Ren sinister, 57  
 Glandula adrenalis sinister, 61 Medulla spinalis, 66 Dickdarmlymphknoten





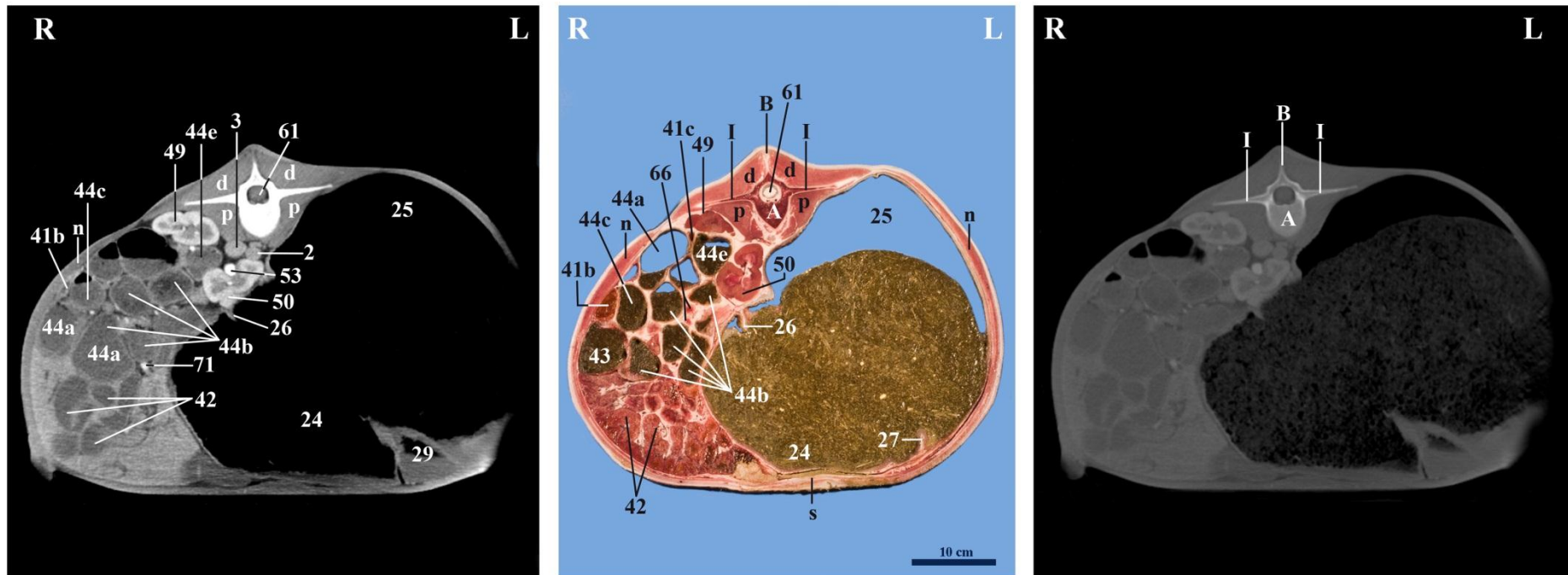


Abb. 58: Vergleich von Weichteil- und Knochenfenster mit dem anatomischen Schnitt auf Höhe des 5. Lendenwirbels

A Vertebra lumbalis V, B Processus spinosus lumbalis, I Processus transversus vertebrae lumbalis  
d M. longissimus lumborum, n Mm. Abdominis, p M. psoas major, s Linea alba

2 Aorta, 3 V. cava caudalis, 24 Saccus ruminis ventralis, 25 Saccus ruminis dorsalis, 26 Pila longitudinalis dextra, 27 Pila longitudinalis sinistra, 29 Saccus caecus caudoventralis ruminis, 41b Pars descendens duodeni, 42 Jejunum/Ileum, 43 Caecum, 44a Ansa proximalis des Colon ascendens, 44b Ansa spiralis coli, 44c Ansa distalis coli, 44e Colon descendens, 49 Ren dexter, 50 Ren sinister, 53 Ureter sinister, 61 Medulla spinalis, 66 Dickdarmlymphknoten, 71 A./V. mesenterialis cranialis



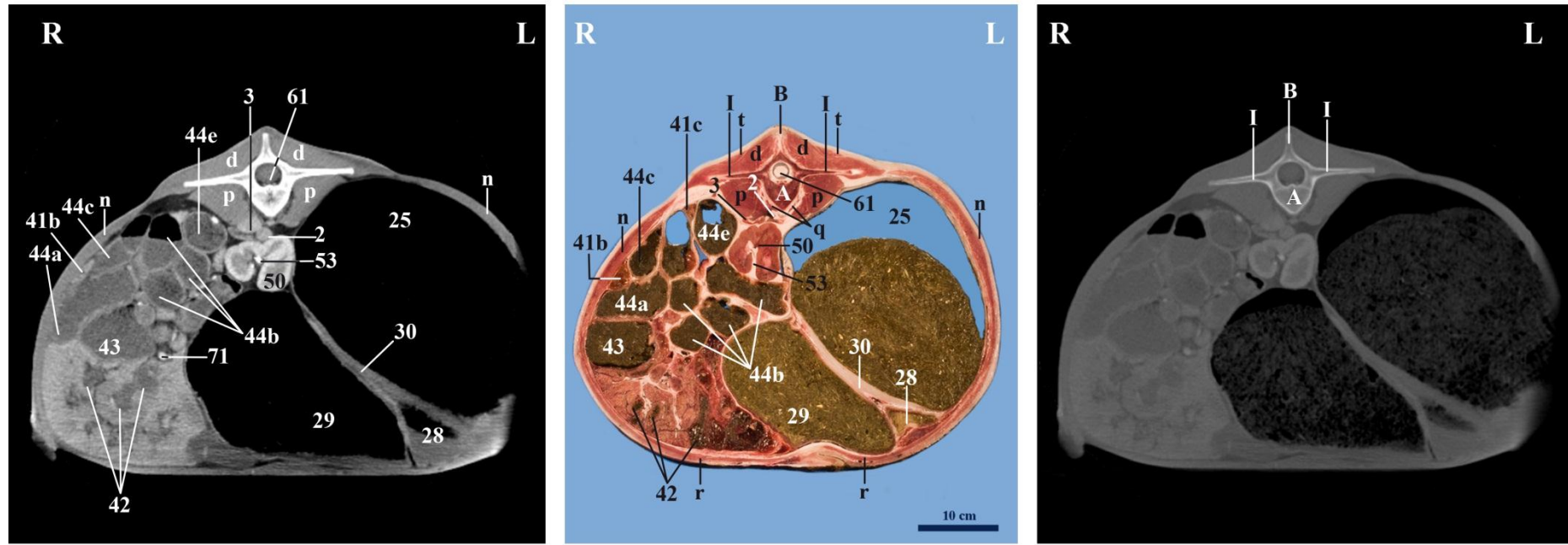
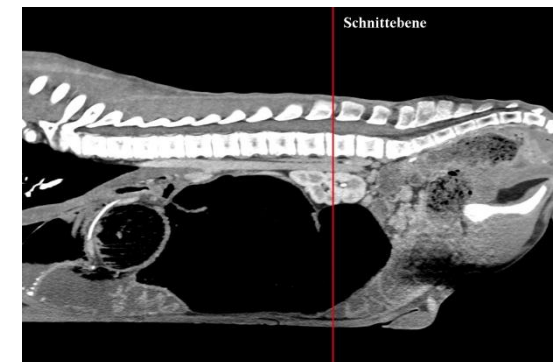


Abb. 59: Vergleich von Weichteil- und Knochenfenster mit dem anatomischen Schnitt auf Höhe des 6. Lendenwirbels

A Vertebra lumbalis VI, B Processus spinosus lumbalis, I Processus transversus vertebrae lumbalis

d M. longissimus lumborum, n Mm. Abdominis, p M. psoas major, r M. rectus abdominis, t M. gluteus medius

2 Aorta, 3 V. cava caudalis, 25 Saccus ruminis dorsalis, 28 Saccus caecus caudodorsalis ruminis, 29 Saccus caecus caudoventralis ruminis, 30 Pila caudalis ruminis, 41b Pars descendens duodeni, 42 Jejunum/Ileum, 43 Caecum, 44a Ansa proximalis des Colon ascendens, 44b Ansa spiralis coli, 44c Ansa distalis coli, 44e Colon descendens, 50 Ren sinister, 53 Ureter sinister, 61 Medulla spinalis, 71 A./V. mesenterialis cranialis





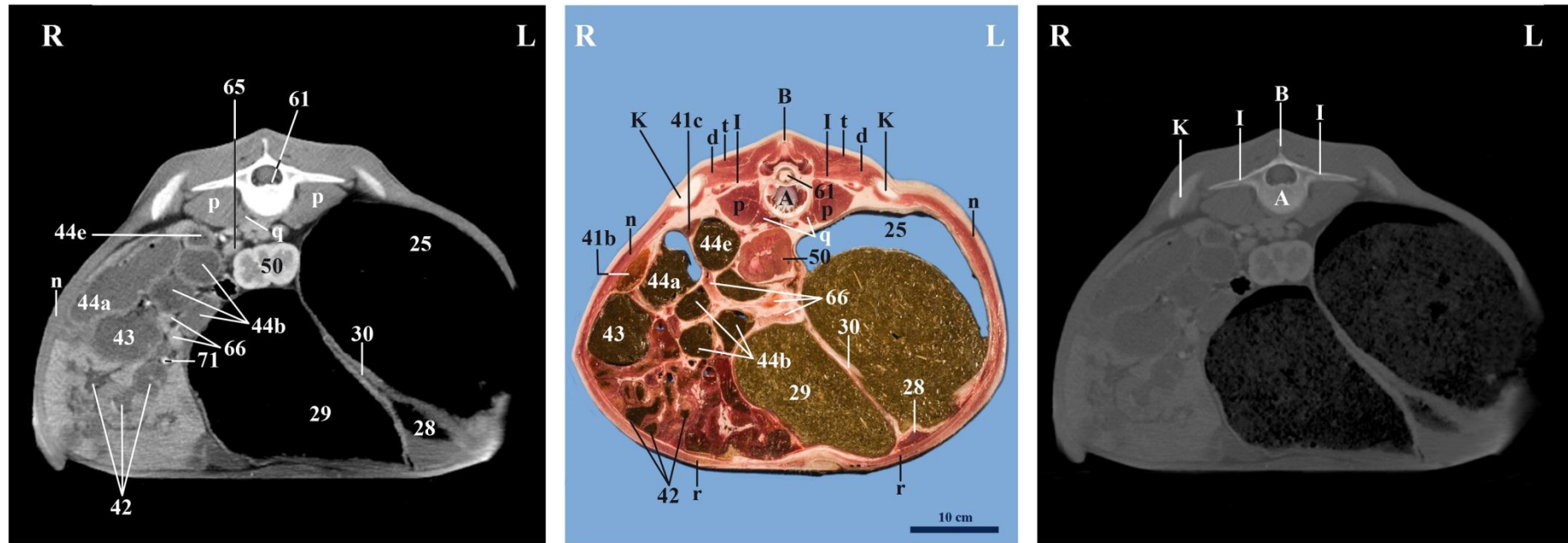


Abb. 60: Vergleich von Weichteil- und Knochenfenster mit dem anatomischen Schnitt auf Höhe des 7. Lendenwirbels

A Vertebra lumbalis VII, B Processus spinosus lumbalis, I Processus transversus vertebrae lumbalis, K Os ilium  
d M. longissimus lumborum, n Mm. Abdominis, p M. psoas major, q M. psoas minor, r M. rectus abdominis, t M. gluteus medius

25 Saccus ruminis dorsalis, 28 Saccus caecus caudodorsalis ruminis, 29 Saccus caecus caudoventralis ruminis, 30 Pila caudalis ruminis, 41b Pars descendens duodeni, 41c Pars ascendens duodeni, 42 Jejunum/Ileum, 43 Caecum, 44a Ansa proximalis des Colon ascendens, 44b Ansa spiralis coli, 44e Colon descendens, 50 Ren sinister, 61 Medulla spinalis, 65 Lnn. iliaci mediales, 66 Dickdarmlymphknoten, 71 A./V. mesenterialis cranialis



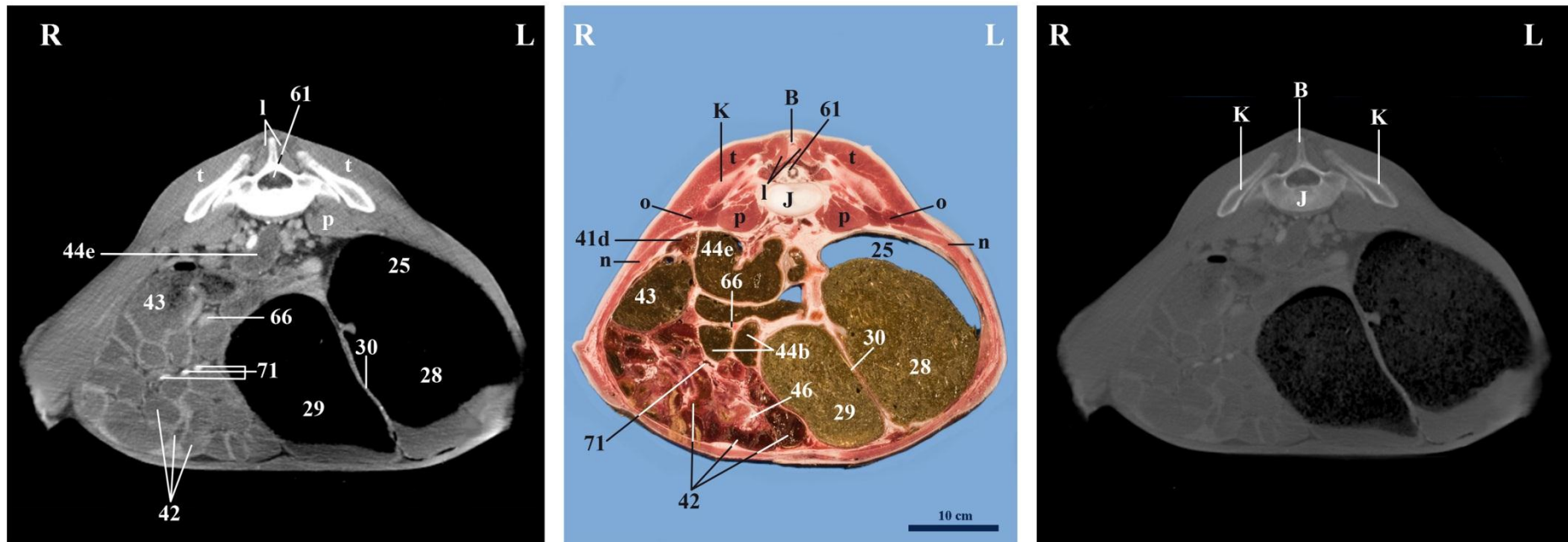


Abb. 61: Vergleich von Weichteil- und Knochenfenster mit dem anatomischen Schnitt auf Höhe des kranialen Anteils des Sakrums

B Processus spinosus sacralis, J Os sacrum, K Os ilium

n Mm. Abdominis, o M. iliopsoas, p M. psoas major, t M. glutaeus medius

25 Saccus ruminis dorsalis, 28 Saccus caecus caudodorsalis ruminis, 29 Saccus caecus caudoventralis ruminis, 30 Pila caudalis ruminis, 41d Flexura duodeni caudalis, 42 Jejunum/Ileum, 43 Caecum, 44b Ansa spiralis coli, 44e Colon descendens, 46 Mesenterium, 61 Medulla spinalis, 66 Dickdarmlymphknoten, 71 A./V. mesenterialis cranialis



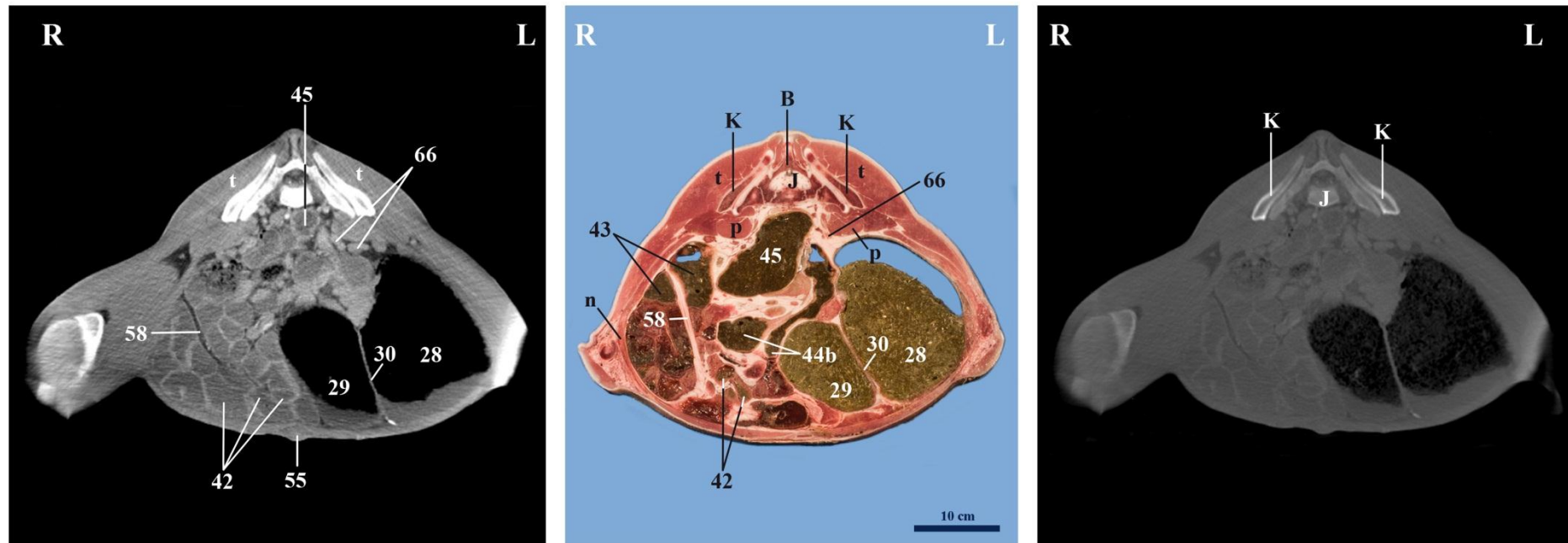


Abb. 62: Vergleich von Weichteil- und Knochenfenster mit dem anatomischen Schnitt auf Höhe des mittleren Anteils des Sakrums

B Processus spinosus sacralis, J Os sacrum, K Os ilium  
 n Mm. Abdominis, p M. psoas major, t M. gluteus medius  
 28 Saccus caecus caudodorsalis ruminis, 29 Saccus caecus caudoventralis ruminis, 30  
 Pila caudalis ruminis, 42 Jejunum/Ileum, 43 Caecum, 44b Ansa spiralis coli, 45 Rectum,  
 55 Urethra, 58 Omentum majus, 66 Dickdarmlymphknoten



### 6.3.3. Sagittalschnitt des Abdomens eines 103 Tage alten Kalb

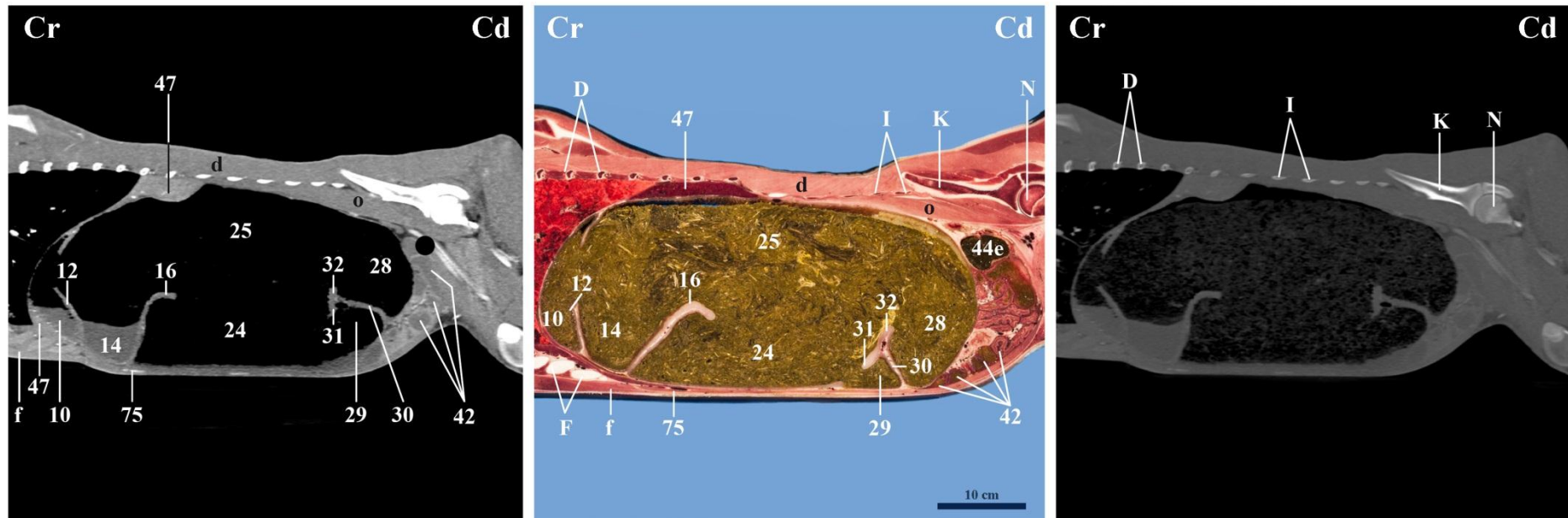
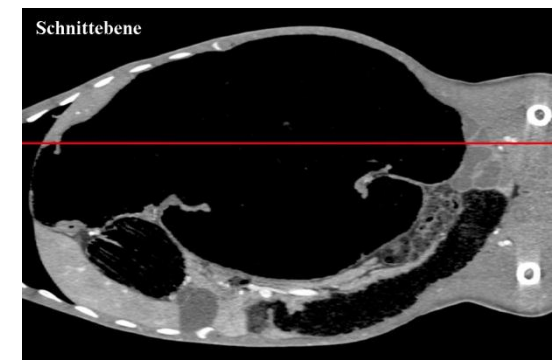


Abb. 63: Sagittalschnitt durch das Abdomen eines Kalbes links paramedian auf Höhe des linken Hüftgelenks

D Costa, F Cartilago costalis, I Processus transversus vertebrae lumbalis, K Os ilium, N Os femoris

d M. longissimus thoracis et lumborum, f M. pectoralis profundus, o M. iliopsoas

10 Reticulum, 12 Plica ruminoreticularis, 14 Atrium ruminis, 16 Pila cranialis ruminis, 24 Saccus ruminis ventralis, 25 Saccus ruminis dorsalis, 28 Saccus caecus caudodorsalis ruminis, 29 Saccus caecus caudoventralis ruminis, 30 Pila caudalis ruminis, 31 Pila coronaria ventralis, 32 Pila coronaria dorsalis, 42 Jejunum/Ileum, 44e Colon descendens, 47 Lien, 75 A./V. thoracica interna





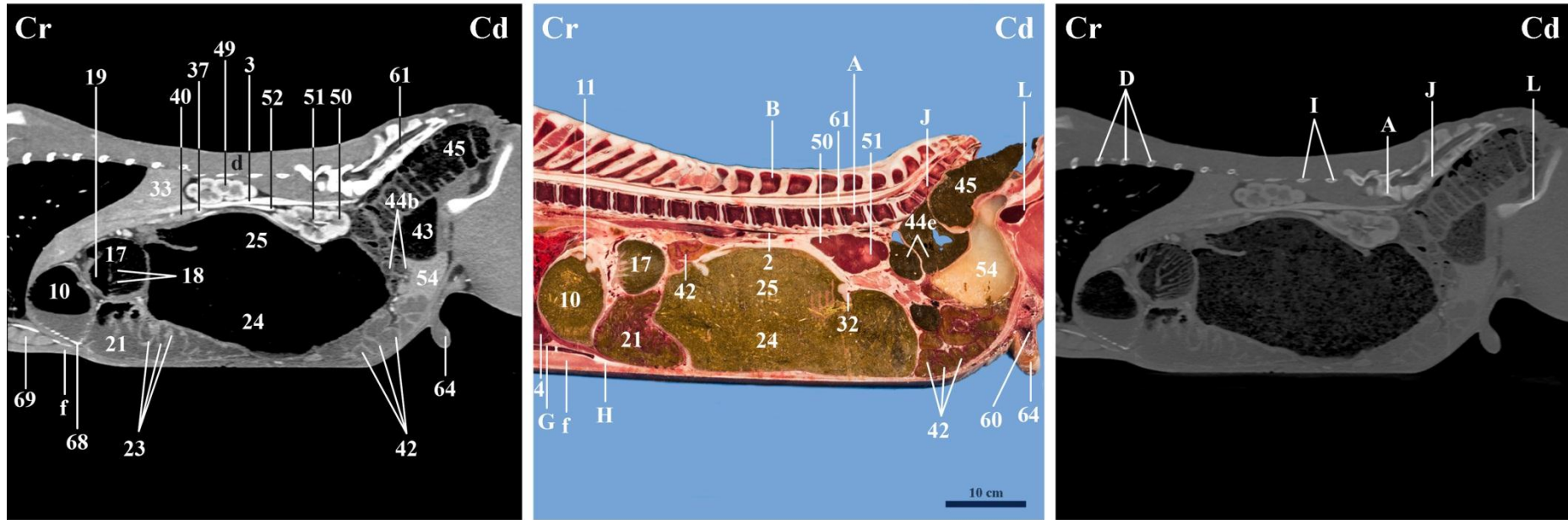
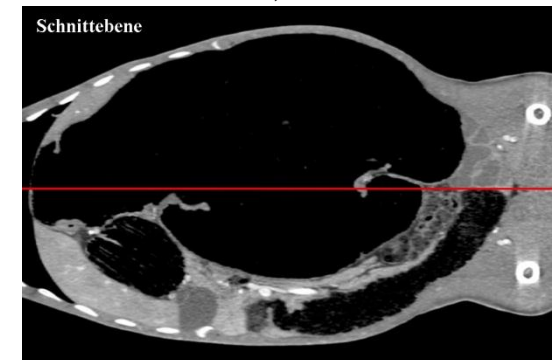


Abb. 64: Sagittalschnitt durch das Abdomen eines Kalbes in der Medianen

A Vertebra lumbalis, B Processus spinosus vertebrae lumbalis, D Costa, G Sternum, H Cartilago xiphoidea, I Processus transversus vertebrae lumbalis, J Os sacrum, L Os pubis

d M. longissimus thoracis et lumborum, f M. pectoralis profundus

2 Aorta, 3 V. cava caudalis, 4 Apex cordis, 10 Reticulum, 11 Sulcus ventriculi, 17 Omasum, 18 Laminae omasi, 19 Sulcus omasi, 21 Abomasum, 23 Plicae spirales abomasi, 24 Saccus ruminis ventralis, 25 Saccus ruminis dorsalis, 32 Pila coronaria dorsalis, 33 Hepar, 37 V. lienalis, 40 Pancreas, 42 Jejunum/Ileum, 43 Caecum, 44b Ansa spiralis coli, 44e Colon descendens, 45 Rectum, 49 Ren dexter, 50 Ren sinister, 51 Sinus renalis, 52 V. renalis, 54 Vesica urinaria, 61 Medulla spinalis, 64 Scrotum, 68 Mineraleichtes Sediment, 69 Intrathorakales Fett



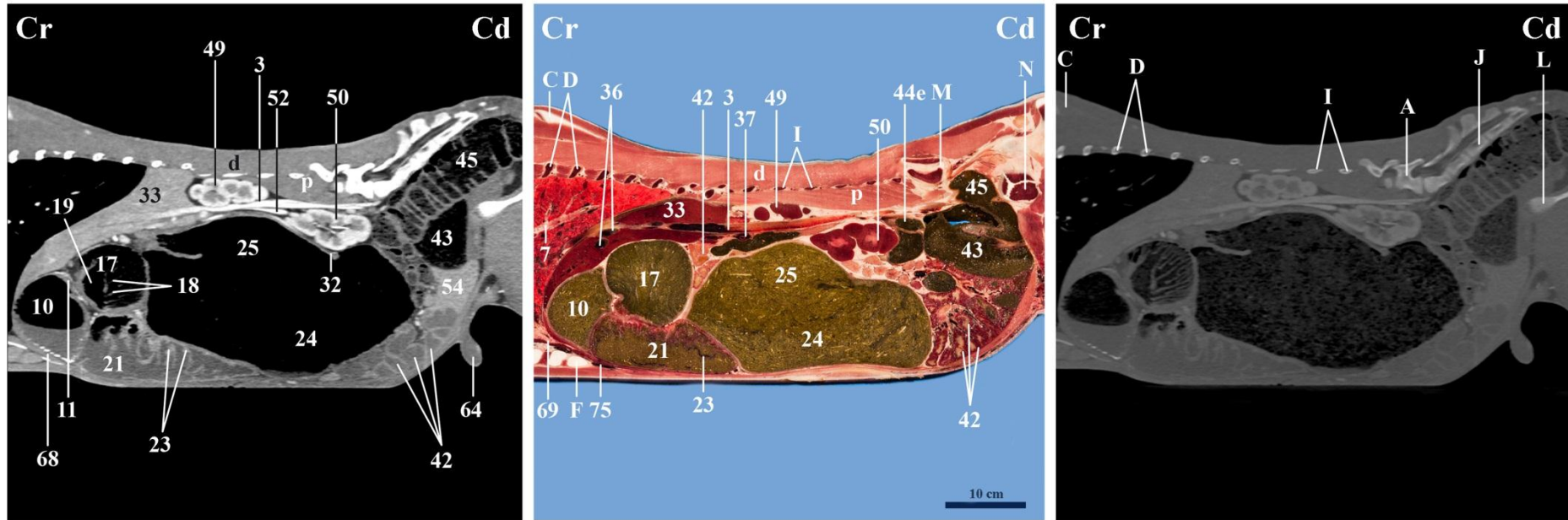
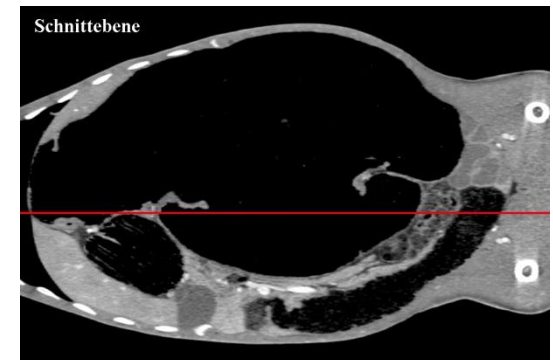


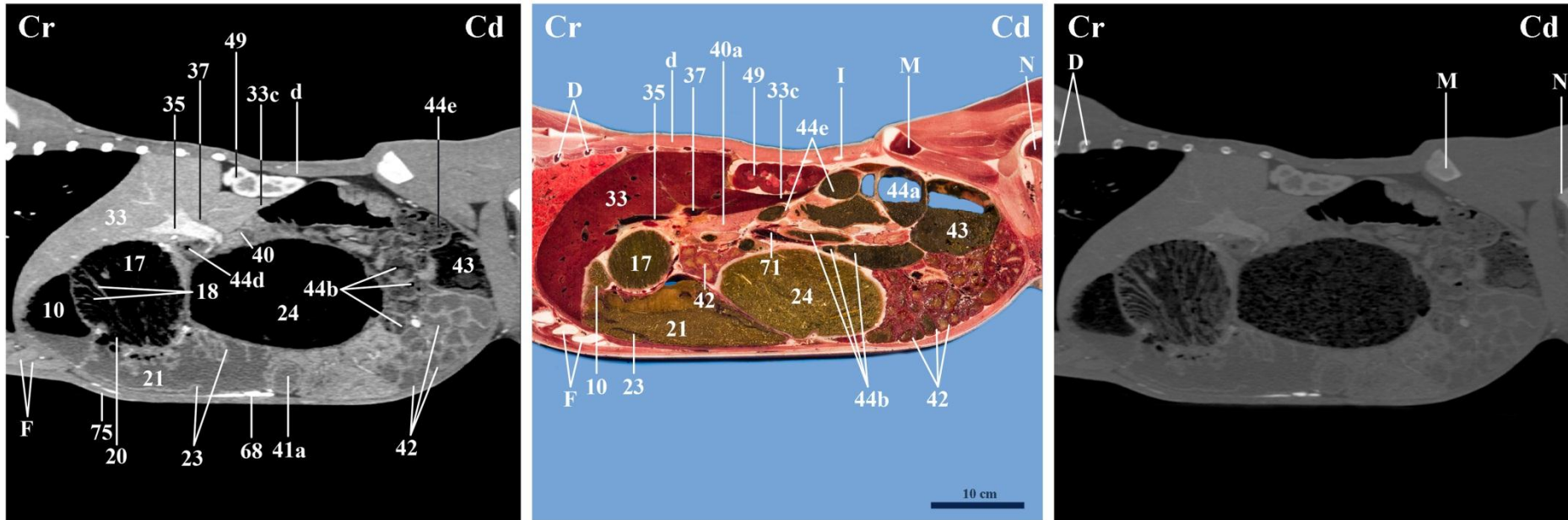
Abb. 65: Sagittalschnitt durch das Abdomen eines Kalbes rechts paramedian auf Höhe der V. cava caudalis

A Vertebra lumbalis, C Scapula, D Costa, F Cartilago costalis, I Processus transversus vertebrae lumbalis, J Os sacrum, L Os pubis, M Os coxae, N Os femoris

d M. longissimus thoracis et lumborum, p M. psoas major

3 V. cava caudalis, 7 Bronchus lobaris, 10 Reticulum, 11 Sulcus ventriculi, 17 Omasum, 18 Laminae omasi, 19 Sulcus omasi, 21 Abomasum, 23 Plicae spirales abomasi, 24 Saccus ruminis ventralis, 25 Saccus ruminis dorsalis, 32 Pila coronaria dorsalis, 33 Hepar, 36 V. hepatica, 37 V. lienalis, 42 Jejunum/Ileum, 43 Caecum, 44e Colon descendens, 45 Rectum, 49 Ren dexter, 50 Ren sinister, 52 V. renalis, 54 Vesica urinaria, 64 Scrotum, 68 Mineraldichtes Sediment, 69 Intrathorakales Fett, 75 A./V. thoracica interna



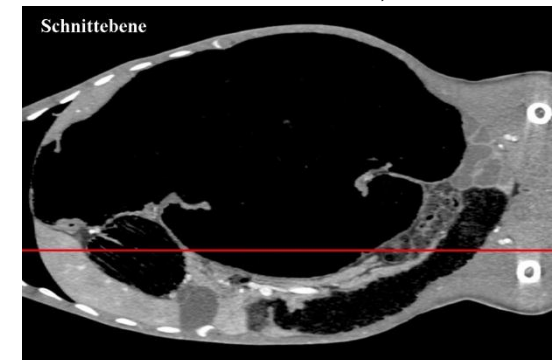


128

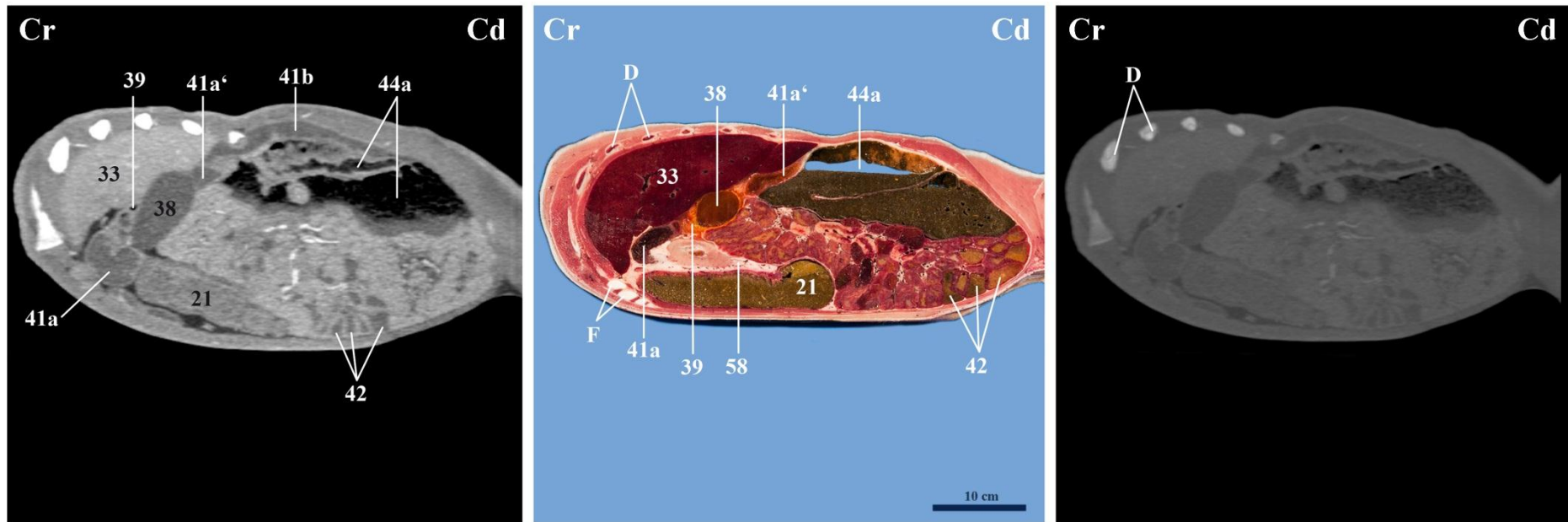
Abb. 66: Sagittalschnitt durch das Abdomen eines Kalbes rechts paramedian auf Höhe der rechten Niere

D Costa, F Cartilago costalis, I Processus transversus vertebrae lumbalis, M Os coxae, N Os femoris

10 Reticulum, 17 Omasum, 18 Laminae omasi, 20 Ostium omaso-abomasum, 21 Abomasum, 23 Plicae spirales abomasi, 24 Saccus ruminis ventralis, 33 Hepar, 33c Lobus caudatus, 35 V. portae, 37 V. lienalis, 40 Pancreas, 40a Lobus pancreatis dexter, 41a Pars cranialis duodeni, 42 Jejunum/Ileum, 43 Caecum, 44a Ansa proximalis des Colon ascendens, 44b Ansa spiralis coli, 44d Colon transversum, 44e Colon descendens, 49 Ren dexter, 68 Mineralreiches Sediment, 71 A./V. mesenterialis cranialis, 75 A./V. thoracica interna





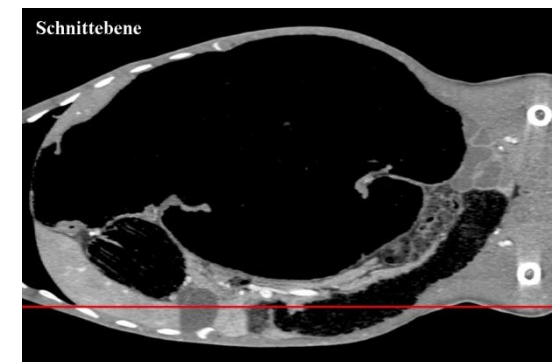


129

Abb. 67: Sagittalschnitt durch das Abdomen eines Kalbes rechts paramedian auf Höhe der Gallenblase

D Costa, F Cartilago costalis

21 Abomasum, 33 Hepar, 38 Vesica fellea, 39 Ductus choledochus bzw. cysticus, 41a Pars cranialis duodeni, 41a` Ansa sigmoidea der Pars cranialis duodeni, 41b Pars descendens duodeni, 42 Jejunum/Ileum, 44a Ansa proximalis des Colon ascendens, 58 Omentum majus





### 6.3.4. Dorsalschnitt des Abdomens eines 105 Tage alten Kalbes

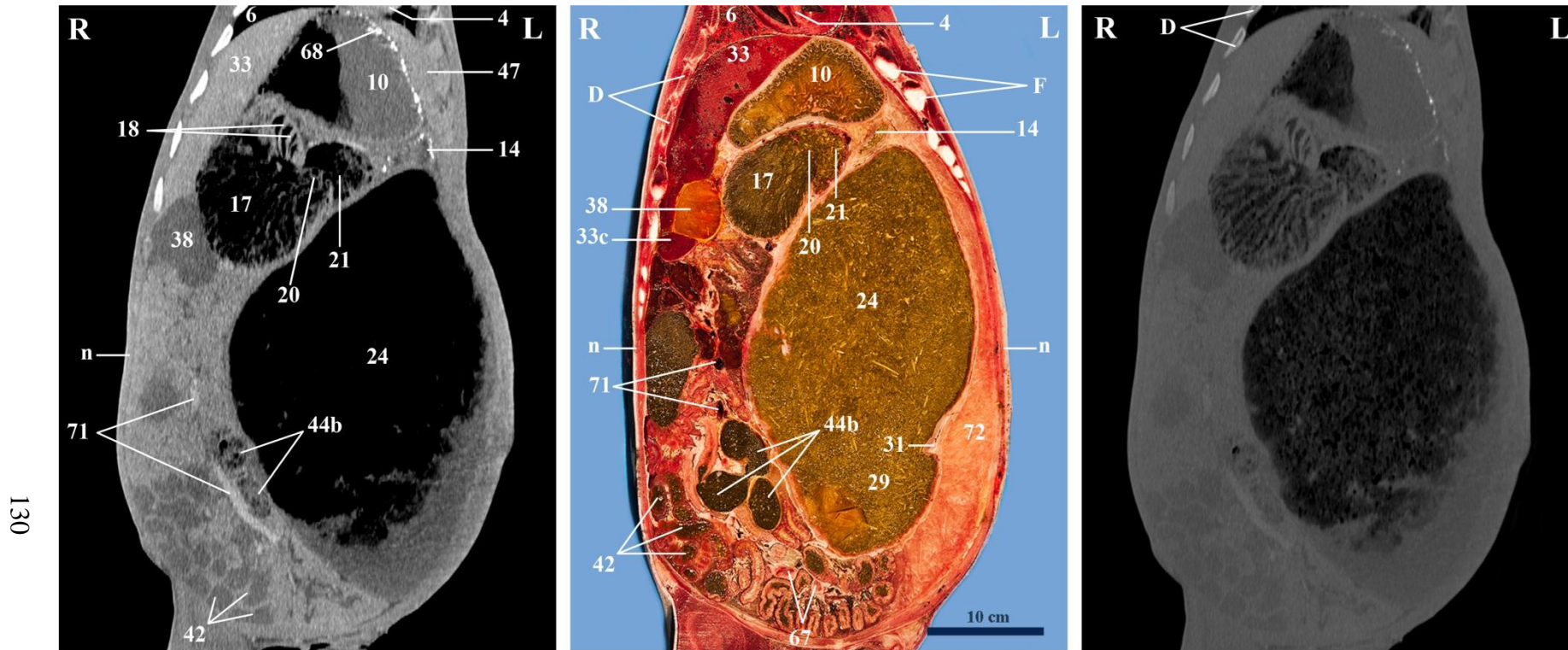


Abb. 68: Dorsalschnitt durch das Abdomen eines Kalbes auf Höhe der Gallenblase

D Costa, F Cartilago costalis, n Mm. Abdominis

4 Apex cordis, 6 Lobi pulmones dextri, 10 Reticulum, 14 Atrium ruminis, 17 Omasum, 18 Laminae omasi, 20 Ostium omaso-abomasicum, 21 Abomasum, 24 Saccus ruminis ventralis, 29 Saccus caecus caudoventralis ruminis, 31 Pila coronaria ventralis, 33 Hepar, 33c Lobus caudatus, 38 Vesica fellea, 42 Jejunum/Ileum, 44b Ansa spiralis coli, 47 Lien, 67 Lnn. jejunaes, 68 Mineraldichtes Sediment, 71 A./V. mesenterialis cranialis, 72 Freie Flüssigkeit in der Bauchhöhle



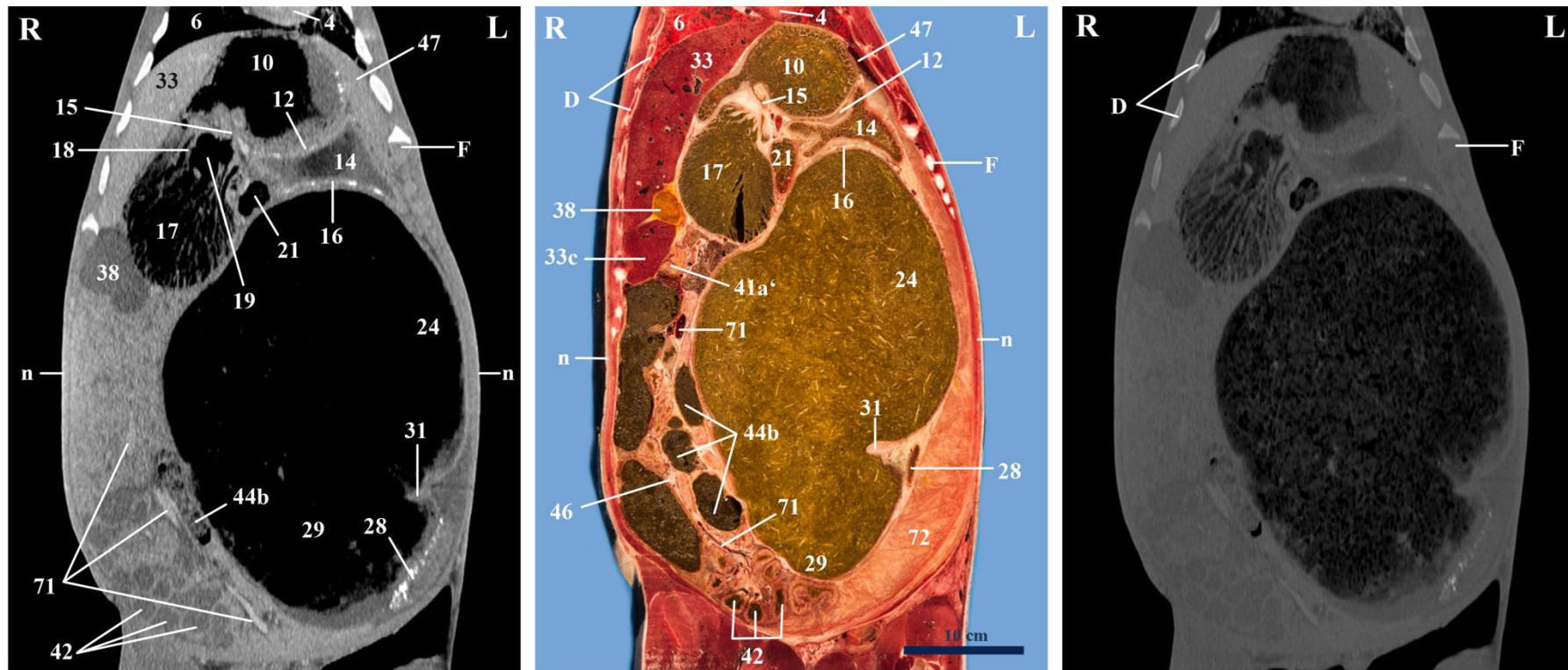


Abb. 69: Dorsalschnitt durch das Abdomen eines Kalbes auf Höhe der Hauben-Psalteröffnung

D Costa, F Cartilago costalis, n Mm. Abdominis

4 Apex cordis, 6 Lobi pulmones dextri, 10 Reticulum, 12 Pila ruminoreticularis, 14 Atrium ruminis, 15 Ostium reticulo-omasicum, 16 Pila cranialis ruminis, 17 Omasum, 18 Laminae omasi, 19 Sulcus omasi, 21 Abomasum, 24 Saccus ruminis ventralis, 28 Saccus caecus caudodorsalis ruminis, 29 Saccus caecus caudoventralis ruminis, 31 Pila coronaria ventralis, 33 Hepar, 33c Lobus caudatus, 38 Vesica fellea, 41a' Ansa sigmoidea der Pars cranialis duodeni 42 Jejunum/Ileum, 44b Ansa spiralis coli, 46 Mesenterium, 47 Lien, 71 A./V. mesenterialis cranialis, 72 Freie Flüssigkeit in der Bauchhöhle





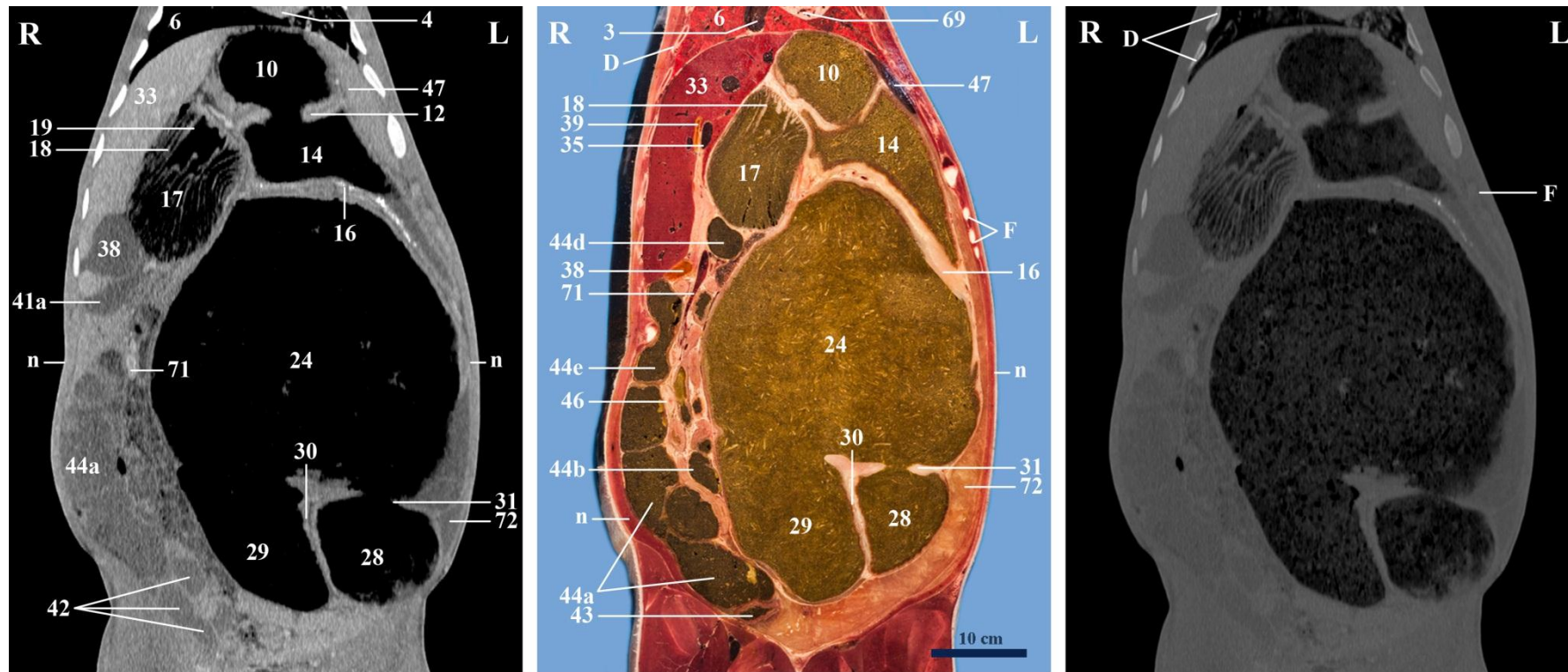


Abb. 70: Dorsalschnitt durch das Abdomen eines Kalbes auf Höhe der Plica ruminoreticularis

D Costa, F Cartilago costalis, n Mm. Abdominis

3 V. cava caudalis, 4 Apex cordis, 6 Lobi pulmones dextri, 10 Reticulum, 12 Pila ruminoreticularis, 14 Atrium ruminis, 16 Pila cranialis ruminis, 17 Omasum, 18 Laminae omasi, 19 Sulcus omasi, 24 Saccus ruminis ventralis, 28 Saccus caecus caudodorsalis ruminis, 29 Saccus caecus caudoventralis ruminis, 30 Pila caudalis ruminis, 31 Pila coronaria ventralis, 33 Hepar, 35 V. portae, 38 Vesica fellea, 39 Ductus choledochus bzw. cysticus, 41a Pars cranialis duodeni, 42 Jejunum/Ileum, 43 Caecum, 44a Ansa proximalis des Colon ascendens, 44b Ansa spiralis coli, 44d Colon transversum, 44e Colon descendens, 46 Mesenterium, 47 Lien, 69 Intrathorakales Fett, 71 A./V. mesenterialis cranialis, 72 Freie Flüssigkeit in der Bauchhöhle

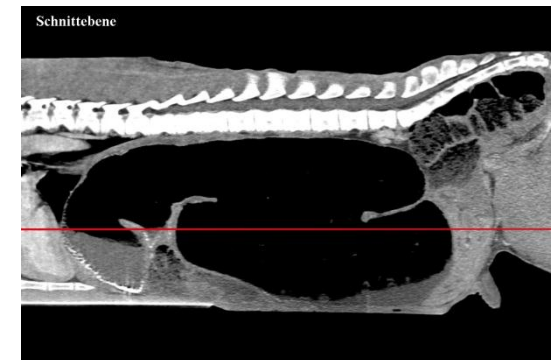




Abb. 71: Dorsalschnitt durch das Abdomen eines Kalbes auf Höhe des Pankreas

D Costa, F Cartilago costalis, n Mm. Abdominis

1 Oesophagus, 3 V. cava caudalis, 6 Lobi pulmones dextri, 17 Omasum, 25 Saccus ruminis dorsalis, 28 Saccus caecus caudodorsalis ruminis, 29 Saccus caecus caudoventralis ruminis, 30 Pila caudalis ruminis, 32 Pila coronaria dorsalis, 33 Hepar, 35 V. portae, 36 V. hepatica, 38 Vesica fellea, 40a Lobus pancreatis dexter, 40b Lobus pancreatis sinister, 41a Pars cranialis duodeni, 42 Jejunum/Ileum, 43 Caecum, 44 Colon, 44c Ansa distalis coli 44e Colon descendens, 46 Mesenterium, 47 Lien, 50 Ren sinister, 54 Vesica urinaria, 72 Freie Flüssigkeit in der Bauchhöhle

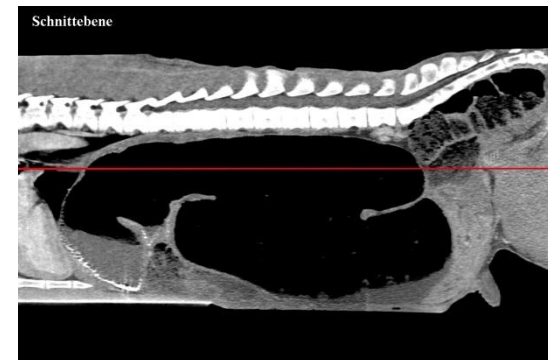


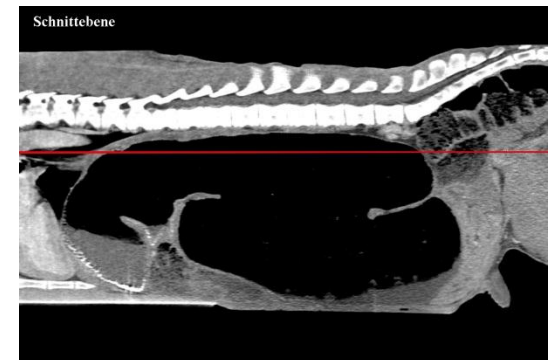




Abb. 72: Dorsalschnitt durch das Abdomen eines Kalbes auf Höhe der linken Niere

D Costa, N Os femoris, n Mm. Abdominis, t M. gluteus medius

1 Oesophagus, 3 V. cava caudalis, 25 Saccus ruminis dorsalis, 33 Hepar, 36 V. hepatica, 38 Vesica fellea, 40a Lobus pancreatis dexter, 40b Lobus pancreatis sinister, 41b Pars descendens duodeni, 43 Caecum, 44 Colon, 47 Lien, 50 Ren sinister, 51 Sinus renalis, 54 Vesica urinaria, 72 Freie Flüssigkeit in der Bauchhöhle



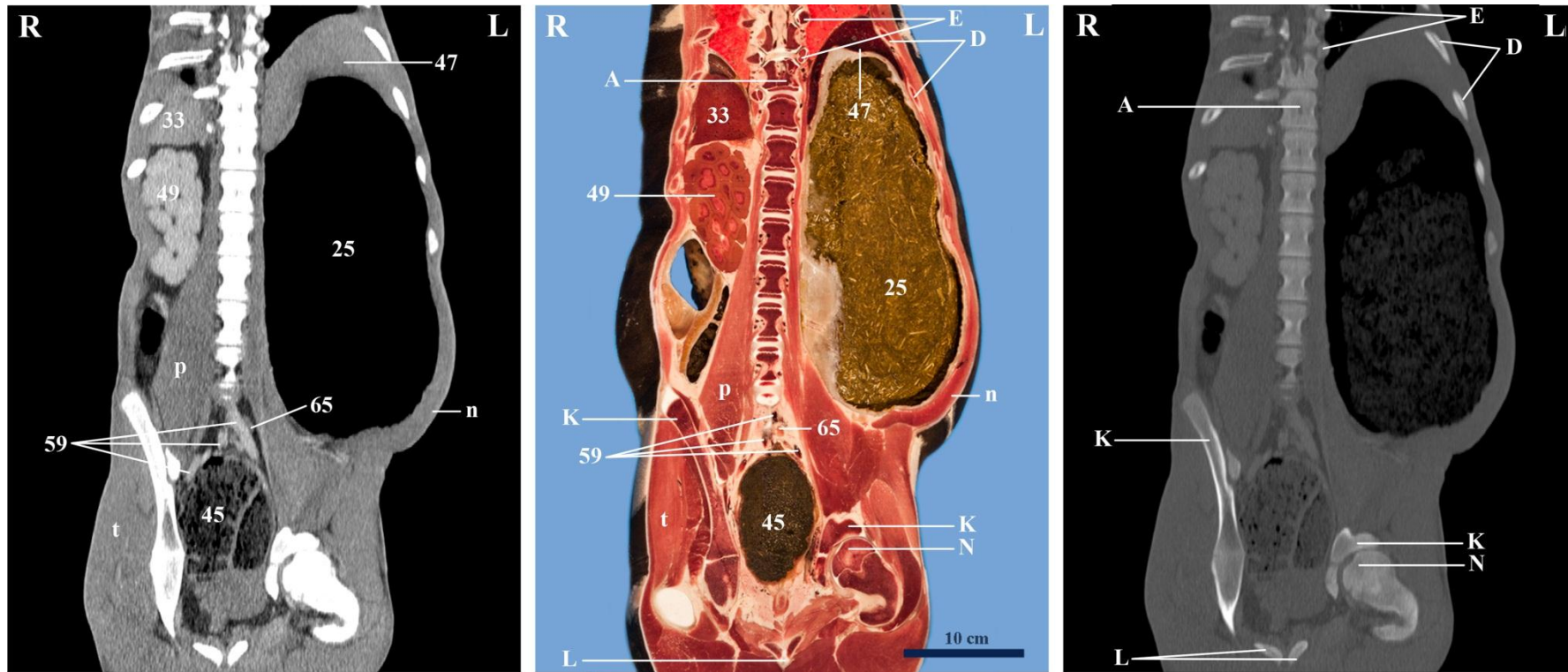
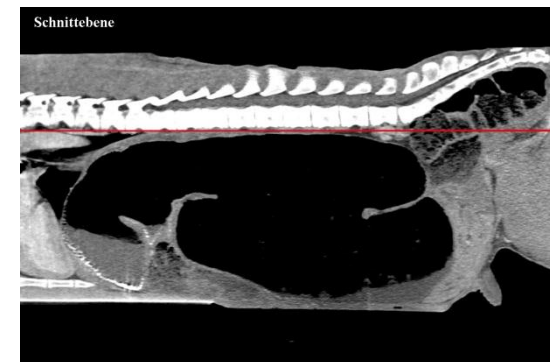


Abb. 73: Dorsalschnitt durch das Abdomen eines Kalbes auf Höhe der rechten Niere

A Vertebra thoracica, D Costa, E Caput costae, K Os ilium, L Os pubis, N Os femoris, n Mm. Abdominis, p M. psoas major, t M. gluteus medius

25 Saccus ruminis dorsalis, 33 Hepar, 45 Rectum, 47 Lien, 49 Ren dexter, 59 Endaufteilung der Aorta abdominalis/V. cava caudalis bzw. A./V. iliaca externa, 65 Lnn. iliaci mediales



## **7. Diskussion**

### **7.1. CT-Befunde**

Das Hauptziel der vorliegenden Studie war es, die normalen Strukturen im Abdomen des Kalbes in Abhängigkeit vom Alter im CT-Bild zu identifizieren und ihre Lage zu beschreiben. Ein weiteres Ziel bestand darin, Normalwerte für die Ausdehnung, die Lage, die Dichte und das Volumen diverser Strukturen zu erheben. Die Studie zur Etablierung von Referenzwerten bei der Ziege (IRMER, 2010) diente als Grundlage für die vorliegende Arbeit. Zusätzlich wurden in Anlehnung an diverse radiologische und computertomographische Studien aus der Human- und Kleintiermedizin (BREIMAN et al., 1982; BRENNER et al., 1982; GRAHAM et al., 2007; OHLERTH und SCHARF, 2007; TEIXEIRA et al., 2007; VIGNOLI et al., 2011) verschiedene Messungen durchgeführt. Zusammenfassend waren diese Messungen sehr gut auf das Kalb übertragbar.

#### **7.1.1. Knochenfenster**

Ausgehend von der Anatomie des Rindes konnten die knöchernen Strukturen des Abdomens überlagerungsfrei und im Detail dargestellt werden. Die Kompakta konnte von der Spongiosa unterschieden werden. Die Gefässkanäle konnten erkannt werden. In der Beckenregion wurden die Höhe und die Breite und das Verhältnis zueinander bestimmt. Kurz nach Geburt war das Becken höher als breit. Im Alter von 6 Wochen änderte sich das Verhältnis zu Gunsten der Beckenbreite, was bereits bei adulten Kühen (TSOUSIS et al., 2010) und adulten Ziegen (IRMER, 2010) beschrieben worden ist. Trotz der standardisierten Lagerung der Kälber unterlagen die Messparameter des Beckens beim Einzeltier starken Schwankungen. Aus der Humanmedizin ist bekannt, dass die Lagerung des Beckens, genau im Isozentrum der Gantry, von grösster Wichtigkeit ist, damit korrekte Messresultate entstehen (WIESEN et al., 1991). Bei Messungen, die ausserhalb des Isozentrums lagen, wurden im Vergleich zu den realen Verhältnissen vergrösserte bzw. verkleinerte Darstellungen beobachtet (WIESEN et al., 1991).

Das Kalb 7 zeigte ab Geburt eine reaktionslose Zusammenhangstrennung des Querfortsatzes des zweiten Lendenwirbels, die über die gesamte Untersuchungszeitspanne erhalten blieb. Dabei handelte es sich vermutlich um eine Missbildung oder um eine Fraktur, die bei der Geburt entstanden war. Eine Entwicklungsstörung konnte ausgeschlossen werden, da an dieser Lokalisation kein Ossifikationszentrum vorhanden ist. Im Verlauf der Untersuchungsperiode rundeten sich die Frakturrenden ab, ohne dass eine Kallusbildung beobachtet werden konnte. Aus diesem Grund kann von einer verspäteten oder von einer nichtverheilenden Fraktur ausgegangen werden. An diesem Zufallsbefund konnte, in Analogie zum Menschen (KEENE et al., 1982; BROWN et al., 2005), auch beim Rind gezeigt werden, dass die Computertomographie eine exzellente Methode zur Erkennung von Frakturen der Brust- und Lendenwirbelsäule darstellt. Frakturen im Beckenbereich, die mittels konventionellem Röntgen nur schwer erkennbar sind, können durch das CT zuverlässig und überlagerungsfrei diagnostiziert werden (CRAWFORD et al., 2003).

### **7.1.2. Weichteilfenster**

IRMER (2010) konnte in ihrer Dissertation die folgenden Organe identifizieren: Leber, Gallenblase, Milz, Pansen, Haube, Psalter, Labmagen, Duodenum, Jejunum/Ileum, Zäkum, Colon, Rektum, Pankreas, Nieren, Nebennieren, Ureteren, Harnblase, Urethra und die grossen Gefässe wie Aorta, V. cava caudalis und V. portae, was in etwa auch den aus der Kleintiermedizin bekannten Daten entspricht (OHLERTH und SCHARF, 2007; VIGNOLI et al., 2011). In nahezu allen Fällen waren diese Organe und Strukturen auch bei den 5 Kälbern gut zu beurteilen, und sie konnten in ihrer Lage und Ausdehnung exakt erfasst werden. Die Abgrenzung der Strukturen war auf Grund des fehlenden intraabdominalen Fetts zum Teil schwierig.



## **Gastrointestinaltrakt**

### **Vormägen und Labmagen**

Bei der ersten CT-Untersuchung konnten die Vormägen kaum voneinander und von der Umgebung unterschieden werden, da sie noch sehr rudimentär ausgebildet waren. Der ventrale Pansensack war in den ersten Lebenstagen noch sehr klein (TAMATE et al., 1962). Es scheint daher wahrscheinlich, dass die Vormägen der Wiederkäuer kurz nach der Geburt noch nicht funktionstüchtig sind (WARNER et al., 1956). Nach BEHARKA et al. (1998) sollen sich die Vormägen ohne äussere Stimuli proportional zum zunehmenden Körpergewicht entwickeln und das Wachstum soll durch die zusätzliche Aufnahme von festen Futterbestandteilen beschleunigt werden. Bei der zweiten CT-Untersuchung wurde festgestellt, dass sich die Vormägen gefüllt hatten und bereits gut voneinander und vom umliegenden Gewebe unterschieden werden konnten. Aus verschiedenen Quellen geht hervor, dass zwischen dem 27. Lebenstag und der 6. Lebenswoche ein signifikant grösseres Wachstum bei unveränderter Heu- und Milchfütterung stattfindet (KESLER et al., 1951; WARNER et al., 1956; TAMATE et al., 1962). Diese Erkenntnisse konnten in unserer Studie nicht bestätigt werden. Das Wachstum blieb zwischen den einzelnen Untersuchungszeitpunkten in etwa konstant. Einzig nach dem Absetzen der Milch nach der vierten CT-Untersuchung wurde eine doppelte bis sogar dreifache Zunahme der Messparameter des Ruminoretikulums festgestellt. Dies kann mit der Zunahme der Raufutteraufnahme erklärt werden. Eine andere These ist, dass die Vormagenentwicklung gehemmt wird, solange Milch aufgenommen wird (KAISER, 1976; ZABIELSKI et al., 2008). Der Labmagen zeigte über die gesamte Untersuchungszeit kein signifikantes Wachstum. Bereits früher wurde festgestellt, dass sich der Labmagen über eine bestimmte Zeitspanne maximal proportional zum Körpergewicht verhält (KESLER et al., 1951; WARNER et al., 1956; TAMATE et al., 1962; GUILLOTEAU et al., 2009). Der Pylorusteil des Labmagens unterlag einer ausgeprägten Lageinstabilität (TAMATE et al., 1962). Erst ab der U3 konnte er am häufigsten rechts ventral aufgefunden werden. Als

Grund für die Lageinstabilität könnte der häufig grosse Gasgehalt des Labmagens bei Neonaten in Frage kommen, was durch die unorganisierte gastrointestinale Motorik, welche erst am zweiten bis dritten Lebenstag einsetzt und bis zur Aufnahme von festem Futter weiter ausreift, erklärt werden könnte (GUILLOTEAU et al., 2009). Durch die fehlende oder unkoordinierte Motorik können abgeschluckte oder neu entstandene Gase nur ungenügend weiter transportiert werden.

Bei allen Kälbern konnte die Schlundrinne identifiziert werden. Laut RUCKEBUSCH und KAY (1971) findet immer nur ein unvollständiger Verschluss der Schlundrinne statt. Dies steht im Gegensatz zu den Beobachtungen, welche über eine Pansenfistel erhoben wurden (NEWHOOK und TITCHEN, 1974). Dabei wurde festgestellt, dass die Schlundrinnenlippen bei Kälbern in Ruhe über die gesamte Länge in Berührung stehen, jedoch beim Abschlucken des Speichels auseinanderweichen. Bei trinkenden Kälbern wurde beobachtet, dass sich die Schlundrinne kontrahiert und verkürzt sowie um die Längsachse rotiert (NEWHOOK und TITCHEN, 1974). In diversen Studien wurde versucht, abgeschluckte Flüssigkeit darzustellen, um die Lokalisation beurteilen zu können (ORSKOV und BENZIE, 1969; NEWHOOK und TITCHEN, 1974; SARGISON et al., 1998). Dazu wurde Kontrastmittel verwendet, das dann mittels Röntgen oder Fluoroskopie dargestellt werden konnte. Bisher wurden keine Studien veröffentlicht, in denen die Schlundrinne bildlich dargestellt wurde. Aus diesem Grund sind keine Rückschlüsse und Vergleiche über den Öffnungszustand der Schlundrinne möglich. Es wäre interessant, mittels Pharmaka wie Kupfersulfat, Cobaltsulfat oder Natriumsalzen den Schluss der Schlundrinne bildlich darstellen zu können. Leider konnte mit diesen Stoffen nur in 50 % der Fälle ein Schluss der Schlundrinne induziert werden (WATSON und JARRET, 1941; SARGISON et al., 1998). Da die Kälber in Allgemeinanästhesie untersucht wurden, ist anzunehmen, dass die Schlundrinne während den Untersuchungen nicht verschlossen war, da der Saugreflex vor allem durch olfaktorische und audiovisuelle Reize ausgelöst wird.

Bei allen Tieren konnte ab der U2 mineralreiches Sediment in der Haube, im Labmagen und im Duodenum gesehen werden. Es handelte sich dabei vermutlich um Erde, die von den Kälbern beim Weiden aufgenommen wurde. Zumindest wurde von uns beobachtet, dass die Kälber beim Weidegang Erde frassen.

## **Darm**

Durch die Verabreichung von Kontrastmittel gelang die Erkennung und Unterscheidung der Därme zuverlässig. Die Darmwand reichte Kontrastmittel an und war deshalb vom weniger dichten Darminhalt und der Umgebung abgrenzbar. Die Darmwände waren insgesamt einheitlich und veränderten sich im Verlauf der Untersuchungsperiode nur wenig. Die maximalen Darmwanddicken waren nie größer als die bei der sonographischen Untersuchung des adulten Rindes ermittelten (BRAUN und MARMIER, 1995) und die vom Menschen bekannten Maximalwerte von 2 bis 3 mm (JAMES et al., 1987; GORE et al., 1996). Die Unterteilung der verschiedenen Darmabschnitte war jedoch schwierig und gelang häufig nur anhand des Inhalts und der Lokalisation. Gasiger Inhalt im Dickdarm erleichterte die Unterteilung zwischen Dick- und Dünndarm beim Kleintier (FIKE et al., 1980). Beim Kalb jedoch verunmöglichte gasiger Dünndarminhalt die Unterteilung in Dünn- und Dickdarm, da der für den Dickdarm spezifische Darminhalt als Erkennungsmerkmal wegfiel. Die Werte für den Durchmesser der Pars cranialis des Duodenums, die zwischen 1.4 und 5.3 cm lagen, sowie die mittleren Durchmesser der Dünndärme, die über die gesamte Untersuchungszeit Werte zwischen 1.0 und 3.5 cm aufwiesen, entsprachen den sonographisch erhobenen Messwerten beim Rind (BRAUN und MARMIER, 1995). Die mittleren Durchmesser des Spiralcolons lagen bei den U1 bis 3 deutlich unter den bei adulten Rindern mittels Sonographie erhobenen. Bei der U6 lagen die Durchmesser jedoch im erwachsenen Bereich (BRAUN und AMREIN, 2001). Lediglich das Zäkum blieb mit seinem Durchmesser von 4.8 bis 8.8 cm beim 100 Tage alten Kalb deutlich unter den sonographisch erhobenen Werten der Kuh, die zwischen 7.0 und 18.0 cm lagen (BRAUN

und AMREIN, 2001). Das grosse Netz stellte sich im CT hypodens dar und konnte nur anhand der vielen darin verlaufenden Gefässe erkannt werden.

## **Leber**

Bis zur U3 war es schwierig, die Leber von der Milz abzugrenzen, da die beiden Organe ventral übereinander lagen oder aneinander grenzten. Diese subjektive Wahrnehmung wurde durch den statistischen Vergleich der beiden nativen Dichten bestätigt. Lediglich bei der U2 konnte ein signifikanter Unterschied gefunden werden, in welcher die Leberdichte grösser als die Milzdichte war. Bei Ziegen lag die durchschnittliche Dichte der Leber um 10 HU unter derjenigen der Milz (IRMER, 2010). Beim Menschen kann die Leberdichte gleich wie diejenige der Milz oder grösser sein (NELSON et al., 1989; MORTELE et al., 2002). Die zentrale Dichte der Leber betrug bei der U6  $47.3 \pm 9.73$  HU und war damit im gleichen Bereich wie diejenige von Ziegen mit  $51.7 \pm 7.3$  HU (BRAUN et al., 2011b). Wie bei den Ziegen war die Leberdichte in der Peripherie grösser als diejenige im Zentrum (BRAUN et al., 2011b). Das Lebervolumen nahm, auf das Körpergewicht bezogen, im Verlauf der ersten 100 Lebenstage von durchschnittlich  $32.81 \text{ cm}^3$  auf  $20.2 \text{ cm}^3/\text{kg}$  ab. Die Abnahme des relativen Lebergewichts mit zunehmendem Alter wurde in verschiedenen Anatomiebüchern beschrieben (NICKEL et al., 2004b; KÖNIG et al., 2005). Das Lebervolumen von Kindern im Alter von 3 Monaten beträgt durchschnittlich 34 bis  $35 \text{ cm}^3/\text{kg}$  und dasjenige von Menschen über 18 Jahren 20 bis  $21 \text{ cm}^3/\text{kg}$  (URATA et al., 1995; NODA et al., 1997). Das relative Lebervolumen liegt kurz nach Geburt des Kalbes leicht unter demjenigen des Menschen. Im Alter von 100 Tagen ist es mit demjenigen von adulten Menschen vergleichbar. Das relative Volumen der Leber des Kalbes liegt im Alter von 100 Tagen mit  $20.2 \pm 1.40 \text{ cm}^3/\text{kg}$  bereits unter demjenigen von adulten Hunden ( $24.5 \pm 5.6 \text{ cm}^3/\text{kg}$ ; STIEGER et al., 2007) und Ziegen ( $21.5 \pm 4.03 \text{ cm}^3/\text{kg}$ ; BRAUN et al., 2011b). Die Leber ist dem zu Folge, in Relation zum Körpergewicht, beim Rind kleiner als bei Hund und Ziege.

## **Gallenblase**

Die Gallenblase war bei den Kälbern kurz nach der Geburt nur bei 40 % der Tiere aufzufinden. Auch bei den folgenden Untersuchungen gelang es nicht in jedem Fall, die Gallenblase darzustellen. Sie unterlag in Bezug auf Grösse und Dichte starken Schwankungen, welche mit der Aufgabe als Speicherorgan zusammenhängen. Gespeicherte Galle kann bei Hund, Katze (GÜRTLER, 1973) und Mensch (VAUPEL, 2000) bis zu 90 % weniger Flüssigkeit enthalten. Da bei den neonaten Kälbern die Galle eine höhere Dichte aufwies, stellt sich die Frage, ob die Galle anders zusammengesetzt ist als bei den älteren Tieren. Bei Hunden ist die Gallensäurekonzentration signifikant tiefer als bei Adulten (TAVOLONI et al., 1985). Zudem konnte beobachtet werden, dass beim Hund kurz nach der Geburt noch kein Wasser aus der Gallenblase reabsorbiert wird (TAVOLONI et al., 1985). Bei Hunden wurde mit zunehmendem Alter vermehrt Gallengries (Sludge) in der Galle festgestellt (BRÖMEL et al., 1998), was bei Kälbern nicht beobachtet wurde. Beim erwachsenen Menschen wird die normale Dichte der Galle mit 0 bis 20 HU angegeben (HAVRILLA et al., 1978), was mit den beim 100 Tage alten Kalb erhobenen Werten vergleichbar ist.

## **Milz**

Mit zunehmendem Alter und gleichzeitigem Wachstum der Milz kann auf Grund der massiven Grössenzunahme der Vormägen davon ausgegangen werden, dass sich die Milz hauptsächlich nach kranial ausdehnt. Diese These wird durch die Erkenntnisse, welche bei der sonographischen Untersuchung der Milz von 50 gesunden Kühen gewonnen wurden, unterstützt. Bei diesen Kühen wurde die Milz zwischen dem 7. und 11. Interkostalraum aufgefunden (BRAUN und SICHER, 2006). Die Milzbreite lag in der vorliegenden Untersuchung über die gesamte Untersuchungsperiode zwischen 3.5 bis 7.1 cm. Die Breiten- und Volumenmessungen unterlagen starken Schwankungen, die evtl. mit der Aufgabe des Organs als Blut-speicher erklärt werden können. Bei der sonographischen Untersuchung an adul-

ten Kühen wurde die maximale Milzbreite mit 2.0 bis 5.0 cm angegeben (BRAUN und SICHER, 2006). Eine Begründung für die kleineren Messwerte bei Kühen könnte sein, dass der dorsale Anteil der Milz von der Lunge überlagert wird und somit für die sonographische Untersuchung nicht zugänglich ist. Im Gegensatz zu den CT-Untersuchungen bei Ziegen gelang es bei den Kälbern mittels Kontrastmittelstudie, die Milzgefässe darzustellen.

## **Nieren**

Die Nieren waren auf Grund ihrer unverwechselbaren Form und der starken Kontrastmittelanreicherung bei allen Kälbern in jedem Alter gut erkennbar. Das umliegende hypodense, perirenale Fettgewebe erleichterte die Abgrenzung von den benachbarten Abdominalorganen zusätzlich. Die rechte Niere war mit Ausnahme der U3 signifikant länger als die linke. Das Verhältnis der Nierenlänge zur Länge des zweiten Lendenwirbels betrug kurz nach der Geburt 4.2 bis 4.5 und im Alter von 105 Tagen 3.9 bis 4.2. Das Verhältnis ist demnach viel höher als dasjenige bei Ziege (1.9 und 2.2) (BRAUN et al., 2011c), Hund (2.5 und 3.5) und Katze (2.0) (GRAHAM et al., 2007).

## **Nebennieren**

Die Nebennieren konnten zuverlässig aufgefunden werden. Die Längen- und Breitenmessung zeigte grosse Variationen. Dies könnte darin begründet sein, dass Messungen bei kleinen Strukturen unpräziser sind als bei grösseren (VOORHOUT, 1990). Zudem ist die Grösse und Form davon abhängig, wie das Organ zur CT-Ebene liegt (VOORHOUT, 1990). Die Nebennieren zeigten über die Untersuchungszeitspanne keine signifikante Grössenzunahme. Im Alter von 105 Tagen entsprach die Längen- und Breitenmessung in etwa den bei der Ziege und beim Hund erhobenen Werten (ASSHEUER und SAGER, 1997; BRAUN et al., 2011c).

## **Pankreas**

Die Identifikation des Pankreas war auf Grund des geringen Kontrasts zu den umliegenden Strukturen nicht einfach. Der Körper des Pankreas konnte jedoch mit Hilfe seiner bekannten anatomischen Lage in allen Fällen und in jedem Alter erkannt werden. Die genaue Abgrenzung des rechten Schenkels von der Umgebung war nicht möglich, da leere Jejunalschlingen eine ähnliche Dichte aufweisen und sich ebenfalls inhomogen darstellen. Aus diesem Grund gelang es nicht, die dorsoventrale Ausdehnung zu bestimmen. Die genaue Abgrenzung zur Leber fiel häufig schwer. Es konnte beobachtet werden, dass die Verabreichung von Kontrastmittel eine Angleichung der Dichte von Pankreas, Leber und Milz bewirkte (PROBST et al., 1998). Bei Betrachtung der nativen Studien konnte das Pankreas zwar besser von der Leber unterschieden werden, doch die Abgrenzung zu den Vormägen und den Därmen bereitete grössere Schwierigkeiten. Das Pankreas reichte vom 11. Brust- bis zum 3. Lendenwirbel. Dies entspricht in etwa der mittels Ultraschall bereits eruierten Lokalisation von der rechten Flanke bis zum 10. Interkostalraum (PUSTERLA und BRAUN, 1997). Ähnlich wie bei der Ultraschalluntersuchung (PUSTERLA und BRAUN, 1997), konnte der kleinere, linke Pankreasschenkel auch im CT nur vereinzelt dargestellt werden.

## **Nabel**

Im CT konnte die Nabelvene bei der U2 bei 4 von 5 Kälbern dargestellt werden. Mittels Sonographie konnte die V. umbilicalis im selben Alter, 21 Tage, bei der Hälfte (LISCHER, 1991) bis zu zwei Dritteln der Tiere (WATSON et al., 1994) dargestellt werden. Eine mögliche Erklärung für die Differenz liegt vermutlich darin, dass die Computertomographie eine sensiblere Untersuchungsmethode als der Ultraschall darstellt. Bei der U1 konnte die Nabelarterie kaudal des äusseren Nabels bei keinem Kalb identifiziert werden. Dies entspricht den sonographisch erhobenen Daten (LISCHER, 1991; WATSON et al., 1994). Das Kalb 4 entwickelte eine Omphaloarteritis, welche am 63. Lebenstag operiert wurde. Die Venen

konnten mittels CT bereits vor dem Auftreten von klinischen Symptomen dargestellt werden.

### **7.1.3. Ingestafenster**

Mittels der Ingestafenstereinstellungen (W 1500 / L 30 HU), die bereits von IRMER (2010) beschrieben wurden, konnte der Inhalt der Vormägen besser sichtbar gemacht werden, sodass die Gas-, Fest- und Flüssigphasen unterscheidbar wurden. Kurz nach der Geburt enthielt der Pansen eine ausgeprägte Flüssigphase, die 66 % der Gesamthöhe ausmachte. Es ist bekannt, dass Feten Fruchtwasser, tracheale Flüssigkeit und eigenen Speichel schlucken und zu Mekonium verdauen (BERG, 1982; HARDING et al., 1984; SHERMAN et al., 1996, ROSS und NIJLAND, 1998). Aus diesem Grund kann angenommen werden, dass beim neonaten Kalb im Pansen Überreste von Fruchtwasser und abgeschlucktem Speichel darstellbar waren. Im Pansen konnte im Gegensatz zum Labmagen keine koagulierte Milch identifiziert werden. Natürlicherweise fließen 10 bis 25 % der aufgenommenen Milch durch einen unvollständigen Schluss der Schlundrinne in den Pansen (RUCKEBUSCH und KAY, 1971) oder es findet ein physiologischer Rückfluss von Milch aus dem Labmagen in die Vormägen statt (TRAUTMANN und SCHMITT, 1932). Im Normalfall wird die Milch aus den Vormägen innert 3 Stunden in den Labmagen transportiert, ohne Störungen zu verursachen (BÄTTIG et al., 1992). Schon ab der U2 konnte eine Pansenschichtung erkannt werden, dabei betrug der prozentuale Anteil der Festphase bereits 70 % und lag somit über den bei Ziegen erhobenen Werten (BRAUN et al., 2011a). Die Flüssigphase betrug ab der U2 weniger als 10 %.

### **7.2. Vergleich der CT-Befunde mit den anatomischen Schnittpräparaten**

Das genaue Sägen in einer Ebene bereitete vor allem bei den Sagittal- und den Dorsalschnittbildern Schwierigkeiten, da die Kälber sehr lang und schwer waren. Entsprechend konnten nur CT-Bilder gefunden werden, die annähernd dasselbe



wiedergaben wie die Gefrierschnitte. Die anatomischen Schnittbilder eigneten sich vorzüglich zum direkten Vergleich mit den CT-Bildern. Organe, Gefässe, Lymphknoten und Muskeln können in den natürlichen Farben am besten erkannt werden, sodass sie danach auf dem CT-Bild besser aufgefunden werden können. Dank der Gefrierschnitte war es wie im CT möglich, die einzelnen anatomischen Strukturen zu verfolgen und deren Verlauf zu beurteilen. In den Schnittpräparaten gelang es, den gesamten Gastrointestinaltrakt darzustellen. Die abdominalen Organe waren gut unterscheidbar. Das Auffinden der Nebennieren, des Pankreas, der Gefässe und vieler einzelner Lymphknoten fiel einfacher als in den CT-Studien. Das Mesenterium und das grosse Netz konnten erkannt werden. Das Auffinden von Nerven gelang jedoch nicht. Eine Gegenüberstellung von Gefrierschnitten und CT-Bildern veranschaulicht die topographischen Verhältnisse und vereinfacht somit das Interpretieren von pathologisch veränderten CT-Bildern.

### **7.3. Schlussbemerkungen**

Die Computertomographie ist bei Mensch und Kleintier weitverbreitet und wird für gewisse Fragestellungen routinemässig eingesetzt, da sie gegenüber dem herkömmlichen Röntgen entscheidende Vorteile aufweist. Dazu gehören die überlagerungsfreie Darstellbarkeit und die genaue Beurteilung des Ausmasses einer Läsion. Auf Grund der steigenden Nachfrage nach weiterführender Diagnostik für wertvolle Kälber und der steigenden Verfügbarkeit von CT-Geräten, war es das Ziel der vorliegenden Arbeit, Referenzwerte für die abdominalen Strukturen in Abhängigkeit vom Alter zu erarbeiten. Ein spezielles Augenmerk wurde dabei auf die Entwicklung und Ausdehnung der Vormägen gelegt, die sich in den ersten Monaten durch das Wachstum des Pansens und den Übergang von der Milchfütterung zur Heufütterung stark verändern. Damit verbunden unterliegen die restlichen Abdominalorgane zum Teil starken Lageveränderungen. Das Wissen über die alters- und fütterungsbedingten Veränderungen im Abdomen liefert die Voraussetzung, pathologische Veränderungen beim Kalb erkennen zu können.

Die Aufarbeitung der topographischen Anatomie des gesunden Kalbes stellte eine geeignete Grundlage zur Interpretation von computertomographischen Studien dar. Dabei soll die Darstellung der normalen Grössenverhältnisse und der Lagebeziehungen der anatomischen Strukturen im Abdomen bei der Erhebung von abnormen Befunden helfen. Das Verwenden eines Kontrastmittels erleichtert die Interpretation von CT-Studien. Organe können besser abgegrenzt werden. Stellvertretend für das Rind können die erhaltenen Ergebnisse auf andere Wiederkäuer übertragen werden und so eine wertvolle Unterstützung bei der Interpretation und Beurteilung von CT Befunden sein.

Mit Hilfe des Bildatlas, der die CT-Bilder im Vergleich zum entsprechenden Gefrierschnitt präsentiert, wird die Interpretation von computertomographischen Studien vereinfacht.

## 8. Literaturverzeichnis

ABE, M., T. IRIKI, K. KONDOH and H. SHIBUI (1979): Effects of nipple or bucket feeding of milk-substitute on rumen by-pass and rate of passage in calves. *Br. J. Nutr.* 41, 175-181.

ASHDOWN, R. R. (2010): The Abdomen, The Pelvis. In: *Color Atlas of Veterinary Anatomy. The Ruminants*. 2 edn., Eds. R. R. Ashdown, S. H. Done, S. W. Barnett, E. A. Baines. Elsevier, Amsterdam, 89-134, 183-218.

ASSHEUER, J. (1997): Abdomen and Pelvis. In: *MRI and CT Atlas of the Dog*. Eds. J. Assheuer, M. Sager. Blackwell Science, Berlin, 347-421.

BÄTTIG, U., G. REGI, H. STOCKER, M. ZÄHNER und P. RÜSCH (1992): Pansensaft-Untersuchung bei Kälbern mit gestörter und normaler Sauglust. *Tierärztl. Prax.* 20, 44-48.

BECKER, M., C. HEUN, G. TSOUSIS and H. BOLLWEIN (2011): Application of computed tomography for the evaluation of obstetrically relevant measurements in German Holstein-Friesian calves. *Theriogenology* 75, 1052-1056.

BEHARKA, A. A., T. G. NAGARAJA, J. L. MORRILL, G. A. KENNEDY and R. D. KLEMM (1998): Effects of form of the diet on anatomical, microbial and fermentative development of the rumen of neonatal calves. *J. Dairy Sci.* 81, 1946-1955.

BERG, R. (1982): Milz, Lien. In: *Angewandte und topographische Anatomie der Haussäugetiere*. Hrsg. R. Berg. Gustav Fischer Verlag, Jena, 231-232.

BERTOLINI, G., E. C. ROLLA, A. ZOTTI and M. CALDIN (2006): Three-dimensional multislice helical computed tomography techniques for canine extrahepatic portosystemic shunt assessment. *Vet. Radiol. Ultrasound* 47, 439-443.

BERTOLINI, G., T. FURLANELLO, M. DRIGO and M. CALDIN (2008): Computed tomographic adrenal gland quantification in canine adrenocorticotroph hormone-dependent hyperadrenocorticism. *Vet. Radiol. Ultrasound* 49, 449-453.

BRAUN, U. and O. MARMIER (1995): Ultrasonographic examination of the small intestine of cows. *Vet. Rec.* 136, 239-244.

BRAUN, U. and E. AMREIN (2001): Ultrasonographic examination of the caecum and the proximal and spiral ansa of the colon of cattle. *Vet. Rec.* 149, 45-48.

BRAUN, U. and D. SICHER (2006): Ultrasonography of the spleen in 50 healthy cows. *Vet. J.* 171, 513-518.

BRAUN, U., M. IRMER, H. AUGSBURGER, R. JUD and S. OHLERTH (2011a): Computed tomography of the abdomen in Saanen goats: I. Reticulum, rumen and omasum. *Schweiz. Arch. Tierheilk.* 153, 307-313.

BRAUN, U., M. IRMER, H. AUGSBURGER, R. JUD and S. OHLERTH (2011b): Computed tomography of the abdomen in Saanen goats: II. Liver, spleen, abomasum and intestine. *Schweiz. Arch. Tierheilk.* 153, 314-320.

BRAUN, U., M. IRMER, H. AUGSBURGER and S. OHLERTH (2011c): Computed tomography of the abdomen in Saanen goats: III. Kidneys, ureters and urinary bladder. *Schweiz. Arch. Tierheilk.* 153, 321-329.

BREIMAN, R. S., J. W. BECK, M. KOROBKIN, R. GLENNY, O. E. AKWARI, D. K. HEASTON, A. V. MOORE and P. C. RAM (1982): Volume determinations using computed tomography. *Am. J. Roentgenol.* 138, 329-333.

BRENNER, D. E., N. O. WHITLEY, T. L. HOUK, J. AISNER, P. WIERNIK and J. WHITLEY (1982): Volume determinations in computed tomography. *J. Am. Med. Assoc.* 247, 1299-1302.

BRÖMEL, C., P. Y. BARTHEZ, R. LÉVEILLÉ and P. V. SCRIVANI (1998): Prevalence of gallbladder sludge in dogs as assessed by ultrasonography. *Vet. Radiol. Ultrasound* 39, 206-210.

BROWN, C. V. R., J. L. ANTEVIL, M. J. SISE and D. I. SACK (2005): Spiral computed tomography for the diagnosis of cervical, thoracic and lumbar spine fractures: Its time has come. *J. Trauma-Injury Infect. Critical Care* 58, 890-896.

BUDRAS, K.-D., K. WÜNSCHE, G. JAHRMÄRKER, R. RICHTER und D. STARKE (2002): Beckengliedmasse, Bauchwand und Bauchhöhle, Beckenhöhle mit Leistengegend, sowie Harn- und Geschlechtsorgane. In: *Atlas der Anatomie des Rindes*, 1. Aufl.. Schlütersche GmbH & Co., Hannover, 14-28, 62-92.

CÁCERES, A. V., A. L. ZWINGENBERGER, L. R. ARONSON and W. MAI (2008): Characterization of normal feline renal vascular anatomy with dual-phase CT angiography. *Vet. Radiol. Ultrasound* 49, 350-356.

CRAWFORD, J. T., P. A. MANLEY and W. M. ADAMS (2003): Comparison of computed tomography, tangential view radiography, and conventional radiography in evaluation of canine pelvic trauma. *Vet. Radiol. Ultrasound* 44, 619-628.

EMMS, S. G., J. A. WORTMAN, D. E. JOHNSTON and M. H. GOLDSCHMIDT (1986): Evaluation of canine hyperadrenocorticism, using computed tomography. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 189, 432-439.

FEENEY, D. A. (1991): Atlas of correlative imaging anatomy of the normal dog, ultrasound and computed tomography. Eds. D. A. Feeney, T. F. Fletcher, R. M. Hardy. W. B. Saunders, Philadelphia, 184-333.

FIFE, W. D., V. F. SAMII, W. T. DROST, J. S. MATTOON and S. HOSHAW-WOODARD (2004): Comparison between malignant and nonmalignant splenic masses in dogs using contrast-enhanced computed tomography. *Vet. Radiol. Ultrasound* 45, 289-297.

FIKE, J. R., E. M. DRUY, B. C. ZOOK, D. O. DAVIS, J. E. THOMPSON, E. CHANEY and E. W. BRADLEY (1980): Canine anatomy as assessed by computerized tomography. *Am. J. Vet. Res.* 41, 1823-1832.

FRANK, P., M. MAHAFFEY, C. EGGER and K. K. CORNELL (2003): Helical computed tomographic portography in ten normal dogs and ten dogs with a portosystemic shunt. *Vet. Radiol. Ultrasound* 44, 392-400.

GONZALO-ORDEN, M., L. MILLÁN, M. ÁLVAREZ, S. SÁNCHEZ-CAMPOS, R. JIMÉNEZ, J. GONZÁLEZ-GALLEGO and M. TUÑÓN (2003): Diagnostic imaging in sheep hepatic fasciolosis: ultrasound, computed tomography and magnetic resonance findings. *Parasitol. Res.* 90, 359-364.

GORE, R. M., E. J. BALTHAZAR, G. G. GHahremani and F. H. MILLER (1996): CT features of ulcerative colitis and Crohn's disease. *Am. J. Roentgenol.* 167, 3-15.

GRAHAM, J. P., C. R. BERRY and D. E. THRALL (2007): Canine and feline abdomen, technical issues and interpretation, principles relating to the canine and feline abdomen. In: *Textbook of Veterinary Diagnostic Radiology*. 5th edn., Ed. D. E. THRALL. W. B. Saunders, Philadelphia, 625-802.

GUILLOTEAU, P., R. ZABIELSKI and J. W. BLUM (2009): Gastrointestinal tract and digestion in the young ruminant: Ontogenesis, adaptations, consequences and manipulations. *J. Phys. Pharm.* 60, 37-46.

GULL, T., D. G. SCHMITZ, A. BAHR, W. K. READ and M. WALKER (2001): Renal hypoplasia and dysplasia in an american miniature foal. *Vet. Rec.* 149, 199-203.

GÜRTLER, H. (1989): Die Physiologie der Verdauung. In: Lehrbuch der Physiologie der Haustiere. 5. Aufl., Hrsg. E. Kolb. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 196-369.

HABEL, R. E., J. FREWEIN and W. O. SACK (1983): Nomina Anatomica Veterinaria. 3rd edn, Ithaca, New York.

HAMMOND, T. N. and J. REGAN (2008): Imaging diagnosis - Intraabdominal necrotic lipoma. Vet. Radiol. Ultrasound 49, 365-367.

HARDING, R., A. D. BOCKING, J. N. SIGGER and P. J. D. WICKHAM (1984): Composition and volume of fluid swallowed by fetal sheep. Exp. Phys. 69, 487-495.

HAVRILLA, T. R., N. E. REICH, J. R. HAAGA, F. E. SEIDELMANN, A. M. COOPERMAN and R. J. ALFIDI (1978): Computed tomography of the gallbladder. Am. J. Roentgenol. 130, 1059-1067.

HEAD, L. L., G. B. DANIEL, K. TOBIAS, F. MORANDI, R. C. DENOVO and R. DONNELL (2003): Evaluation of the feline pancreas using computed tomography and radiolabeled leukocytes. Vet. Radiol. Ultrasound 44, 420-428.

HEAD, L. L., G. B. DANIEL, T. J. BECKER and D. A. LIDBETTER (2005): Use of computed tomography and radiolabeled leukocytes in a cat with pancreatitis. Vet. Radiol. Ultrasound 46, 263-266.

HESS, R. S., P. H. KASS, F. S. SHOFER, T. J. VAN WINKLE and R. J. WASHABAU (1999): Evaluation of risk factors for fatal acute pancreatitis in dogs. J. Am. Vet. Med. Assoc. 214, 46-51.

HOUNDSFIELD, G. N. (1973): Computerized transverse axial scanning (tomography). 1. Description of system. Br. J. Radiol. 46, 1016-1022.

HYLANDS, R. (2005): Veterinary diagnostic imaging. Longitudinal intestinal perforation at the level of the proximal duodenum near the pylorus resulting in a septic peritonitis. Can. Vet. J. 46, 748-750.

IRMER, M. (2010): Computertomographische Untersuchung des Abdomens bei 30 Ziegen. Dissertation, Universität Zürich.

ISERI, T., K. YAMADA, K. CHIJIWA, R. NISHIMURA, S. MATSUNAGA, R. FUJIWARA and N. SASAKI (2007): Dynamic computed tomography of the pancreas in normal dogs and in a dog with pancreatic insulinoma. *Vet. Radiol. Ultrasound* 48, 328-331.

ISHIOKA, K., M. OKUMURA, M. SAGAWA, F. NAKADOMO, K. KIMURA and M. SAITO (2005): Computed tomographic assessment of body fat in Beagles. *Vet. Radiol. Ultrasound* 46, 49-53.

JAEGER, J. Q., J. S. MATTOON, S. W. BATEMAN and F. MORANDI (2003): Combined use of ultrasonography and contrast enhanced computed tomography to evaluate acute necrotizing pancreatitis in two dogs. *Vet. Radiol. Ultrasound* 44, 72-79.

JAMES, S., D. M. BALFE, J. K. T. LEE and D. PICUS (1987): Small-bowel disease: Categorization by CT examination. *Am. J. Roentgenol.* 148, 863-868.

KAISER, A. G. (1976): The effects of milk feeding on the pre- and post-weaning growth of calves and on stomach development at weaning. *J. Agric. Sci.* 87, 357-363.

KASKE, M. (2009): Der Haubenrinnenreflex, In: *Physiologie der Haustiere*. 3. Aufl., Hrsg. W. Von Engelhardt und G. Breves. Enke Verlag, Stuttgart, 335-336.

KEENE, J. S., T. H. GOLETZ, F. LILLEAS, A. J. ALTER and J. F. SACKETT (1982): Diagnosis of vertebral fractures. A comparison of conventional radiography, conventional tomography and computed axial tomography. *J. Bone Joint Surg.* 64, 586-594.

KESLER, E. M., M. RONNING and C. B. KNODT (1951): Some physical characteristics of the tissue and contents of the rumen, abomasum and intestines in male Holstein calves of various ages. *J. Anim. Sci.* 10, 969-974.

KIM, J. C. (2003): Animal study of renal measurement on abdominal CT using digital image processing preliminary report. *Clin. Imaging* 28, 135-137.

KRAMER, A., A. E. KYLES and P. LABELLE (2007): Surgical correction of colonic duplication in a cat. *J. Am. Hosp. Assoc.* 43, 128-131.

KRESSIN, M. (2011): Entwicklung der Verdauungsorgane. In: *Embryologie der Haustiere*. 6. Aufl., Hrsg. B. Schnorr, M. Kressin. Enke Verlag, Stuttgart, 161-184.

KRÜGER, S. (2012): Sonographische Untersuchungen an Haube, Pansen, Psalter, Labmagen, Milz und Leber von Kälbern von der Geburt bis zum Alter von 100 Tagen. Dissertation, Universität Zürich.

KÖNIG, H. E., J. SAUTET und H.-G. LIEBICH (2005): Anatomie der Haussäugetiere, 4. Aufl.. Schattauer Verlag, Stuttgart.

KOOK, P. H., R. HAGEN, B. WILLI, M. RUETTEN and C. VENZIN (2010): Case Report: Rectal duplication cyst in a cat. *J. Fel. Med. Surg.* 12, 978-981.

LEE, K., K. YAMADA, R. TSUNEDA, M. KISHIMOTO, J. SHIMIZU, Y. KOBAYASHI, H. FURUOKA, T. MATUSI, N. SASAKI, M. ISHII, H. INOKUMA, T. IWASAKI and Y. MIYAKE (2009): Clinical experience of using multidetector-row CT for the diagnosis of disorders in cattle. *Vet. Rec.* 165, 559-562.

LERMAN, L. O., M. D. BENTLEY, M. R. BELL, J. A. RUMBERGER and J. C. ROMERO (1990): Quantitation of the in vivo kidney volume with cine computed tomography. *Invest. Radiol.* 25, 1206-1211.

LISCHER, C. (1991): Sonographische Darstellung der Nabelinvolution beim Kalb. Dissertation, Universität Zürich.

MAI, W. and A. V. CÁCERES (2008): Dual-phase computed tomographic angiography in three dogs with pancreatic insulinoma. *Vet. Radiol. Ultrasound* 49, 141-148.

McENTEE, M. C. and D. E. THRALL (2001): Computed tomographic imaging of infiltrative lipoma in 22 dogs. *Vet. Radiol. Ultrasound* 42, 221-225.

MIHALJEVIC, M., M. KRAMER und H. GOMERCIC (2009): CT- und MRT-Atlas: Transversalanatomie des Hundes. Thieme Verlag, Stuttgart.

MOE, L. and B. LIUM (1997): Computed tomography of hereditary multifocal renal cystadenocarcinomas in German shepherd dogs. *Vet. Radiol. Ultrasound* 38, 335-343.

MORTELE, K. J., J. McTAVISH and P. R. ROS (2002): Current techniques of computed tomography. Helical CT, multidetector CT and 3D reconstruction. *Clin. Liver Dis.* 6, 29-52.

NAKAMURA, M., H. CHEN, Y. MOMOI and T. IWASAKI (2005): Clinical application of computed tomography for the diagnosis of feline hepatic lipidosis. *J. Vet. Med. Sci.* 67, 1163-1165.



NELSON, R. C., J. L. CHEZMAR, J. E. PETERSON and M. E. BERNARDINO (1989): Contrast-enhanced CT of the liver and spleen: Comparison of ionic and nonionic contrast agents. *Am. J. Roentgenol.* 153, 973-976.

NEWHOOK, J. C. and D. A. TITCHEN (1974): Effects of vagotomy, atropine, hexamethonium and adrenaline on the destination in the stomach of liquids sucked by milk-fed lambs and calves. *J. Physiol.* 237, 415-430.

NICKEL, R., A. SCHUMMER und E. SEIFERLE (2004a): Bewegungsapparat. In: *Lehrbuch der Anatomie der Haustiere*. Band 1, 8. Auflage, Hrsg. J. Frewein, H. Gasse, R. Leiser, H. Ross, H. Thomé, B. Vollmerhaus, H. Waibl. Parey Verlag, Stuttgart, 28-124, 333-535.

NICKEL, R., A. SCHUMMER und E. SEIFERLE (2004b): Eingeweide. In: *Lehrbuch der Anatomie der Haustiere*. Band 2, 9. Auflage, Hrsg. J. Frewein, H. Gasse, R. Leiser, H. Ross, H. Thomé, B. Vollmerhaus, H. Waibl. Parey Verlag, Stuttgart, 103-220, 308-373.

NICKEL, R., A. SCHUMMER und E. SEIFERLE (2005): Kreislaufsystem, Haut und Hautorgane. In: *Lehrbuch der Anatomie der Haustiere*. Band 3, 4. Auflage, Hrsg. J. Frewein, H. Gasse, R. Leiser, H. Ross, H. Thomé, B. Vollmerhaus, H. Waibl. Parey Verlag, Stuttgart, 74-409.

NODA, T., T. TODANI, Y. WATANABE and S. YAMAMOTO (1997): Liver volume in children measured by computed tomography. *Pediatr. Radiol.* 27, 250-252.

NUSS, K., C. SCHNETZLER, R. HAGEN, A. SCHWARZ und P. KIRCHER (2011): Klinische Anwendung der Computertomographie beim Rind. *Tierärztl. Prax.* 39, 317-324.

O'DELL-ANDERSON, K. J., R. TWARDOCK, J. B. GRIMM, K. A. GRIMM and P. D. CONSTABLE (2006): Determination of glomerular filtration rate in dogs using contrast-enhanced computed tomography. *Vet. Radiol. Ultrasound* 47, 127-135.

OHLERTH, S. and G. SCHARF (2007): Computed tomography in small animals. Basic principles and state of the art applications. *Vet. J.* 173, 254-271.

PATSIKAS, M. N., T. RALLIS, S. E. KLADAKIS and A. K. DESSIRIS (2001): Computed tomography diagnosis of isolated splenic torsion in a dog. *Vet. Radiol. Ultrasound* 42, 235-237.

POPESKO, P. (2007a): Brust- und Bauchhöhle. In: Atlas der topographischen Anatomie der Haustiere. Band 2, 6. Aufl., Hrsg. P. Popesko. Enke in MVS Medizinverlage, Stuttgart, 12-67.

POPESKO, P. (2007b): Becken und Gliedmassen. In: Atlas der topographischen Anatomie der Haustiere. Band 3, 6. Aufl., Hrsg. P. Popesko. Enke in MVS Medizinverlage, Stuttgart, 35-54.

PROBST, A., W. HENNINGER, M. WILLMANN, H. BERGMEISTER und U. LOSERT (1998): CT-Anatomie des Pankreas beim Schwein in der medizinischen Forschung. Wien. Tierärztl. Mschr. 85, 352-358.

PROBST, A. and S. KNEISSL (2001): Computed tomographic anatomy of the canine pancreas. Vet. Radiol. Ultrasound 42, 226-230.

PUSTERLA, N. and U. BRAUN (1997): Ultrasonographic examination of the pancreas in healthy cows. Vet. Radiol. Ultrasound 38, 63-67.

REBSAMEN, E., D. GYGAX, M. DENNLER, R. JUD and M. KUMMER (2010): External infiltrating lipoma in a two-week-old foal: Computed tomographic evaluation for the assessment of the extension and invasiveness of the tumor. Equine Vet. Educat. 22, 602-607.

REICHLE, J. K., S. P. DI BARTOLA and R. LÉVEILLÉ (2002): Renal ultrasonographic and computed tomographic appearance, volume, and function of cats with autosomal dominant polycystic kidney disease. Vet. Radiol. Ultrasound 43, 368-373.

RIVERO, M. A., J. M. VÁZQUEZ, F. GIL, J. A. RAMÍREZ, J. M. VILAR, A. DE MIGUEL and A. ARENCIBIA (2009): CT-soft tissue window of the cranial abdomen in clinically normal dogs: An anatomical description using macroscopic cross-sections with vascular injection. Anat. Histol. Embryol. 38, 18-22.

ROSENSTEIN, D. S. (2000): Diagnostic imaging in canine pheochromocytoma. Vet. Radiol. Ultrasound 41, 499-506.

ROSS, M. G. and M. J. M. NIJLAND (1998): Development of ingestive behavior. Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol. 274, 879-893.

ROZEAR, L. and A. S. TIDWELL (2003): Evaluation of the ureter and ureterovesicular junction using helical computed tomographic excretory urography in healthy dogs. Vet. Radiol. Ultrasound 44, 155-164.

RUCKEBUSCH, Y. et R. N. B. KAY (1971): Sur le réflexe de fermeture de la gouttière oesophagienne. *Ann. Biol. Anim. Biophys.* 11, 281-282.

SALOMON, F.-V., H. GEYER und U. GILLE (2008): *Anatomie für die Tiermedizin*. 2. Aufl.. Enke Verlag, Stuttgart.

SAMII, V. F., D. S. BILLER and P. D. KOBLIK (1998): Normal cross-sectional anatomy of the feline thorax and abdomen: comparison of computed tomography and cadaver anatomy. *Vet. Radiol. Ultrasound* 39, 504-511.

SCHARF G., P. DEPLAZES, B. KASER-HOTZ, L. BORER, A. HASLER, M. HALLER and M. FLÜCKIGER (2004): Radiographic, ultrasonographic, and computed tomographic appearance of alveolar echinococcosis in dogs. *Vet. Radiol. Ultrasound* 45, 411-418.

SARGISON, N. D., K. J. STAFFORD and D. M. WEST (1998): Fluoroscopic studies of the stimulatory effects of copper sulphate and cobalt sulphate on the oesophageal groove of sheep. *Small Ruminant Res.* 32, 61-67.

SCHULTZ, R. M., E. R. WISNER, E. G. JOHNSON and J. S. MacLEOD (2009): Contrast-enhanced computed tomography as a preoperative indicator of vascular invasion from adrenal masses in dogs. *Vet. Radiol. Ultrasound* 50, 625-629.

SHERMAN, D. J., M. G. ERVIN and M. G. ROSS (1996): Fetal gastrointestinal composition: Implications for water and electrolyte absorption. *Reprod. Fert. Develop.* 8, 323 -326.

SMALLWOOD, J. E. and T. F. GEORGE (1992): Anatomic atlas for computed tomography in the mesaticephalic dog: Caudal abdomen and pelvis. *Vet. Radiol. Ultrasound* 33, 143-167.

SMALLWOOD, J. E. and T. F. GEORGE (1993): Anatomic atlas for computed tomography in the mesaticephalic dog: Thorax and cranial abdomen. *Vet. Radiol. Ultrasound* 34, 65-84.

STIEGER, S. M., A. ZWINGENBERGER, R. E. POLLARD, A. E. KYLES and E. R. WISNER (2007): Hepatic volume estimation using quantitative computed tomography in dogs with portosystemic shunts. *Vet. Radiol. Ultrasound* 48, 409-413.

TAMATE, H., A. D. MCGILLIARD, N. L. JACOBSON and R. GETTY (1962): Effect of various dietaries on the anatomical development of the stomach in the calf. *J. Dairy Sci.* 45, 408-420.

TAVOLONI, N., M. J. JONES and P. D. BERK (1985): Postnatal development of bile secretory physiology in the dog. *J. Pediatr. Gastroenterol. Nutr.* 4, 256-267.

TEIXEIRA, M., F. GIL, J. M. VAZQUEZ, L. CARDOSO, A. ARENCIBIA, G. RAMIREZ-ZARZOSA and A. AGUT (2007): Helical computed tomographic anatomy of the canine abdomen. *Vet. J.* 174, 133-138.

THOMPSON, M. S., J. P. GRAHAM and C. L. MARIANI (2003): Diagnosis of a porto-azygous shunt using helical computed tomography angiography. *Vet. Radiol. Ultrasound* 44, 287-291.

TIDWELL, A. S., D. G. PENNINCK and J. G. BESSO (1997): Imaging of adrenal gland disorders. *Vet. Clin. North Am. (Small Anim. Pract.)* 27, 237-254.

TRAUTMANN, A. und J. SCHMITT (1932): Beiträge zur Physiologie des Wiederkäuermagens. Über den regelmässigen Rückfluss von Milch aus dem Labmagen in die Vormägen beim jugendlichen Wiederkäuer. *Arch. Tierernähr.* 9, 11-18.

TSOUSIS, G., C. HEUN, M. BECKER and H. BOLLWEIN (2010): Application of computed tomography for the evaluation of obstetrically relevant pelvic parameters in German Holstein-Friesian cows. *Theriogenology* 73, 309-315.

URATA, K., S. KAWASAKI, H. MATSUNAMI, Y. HASHIKURA, T. Ikegami, S. ISHIZONE, Y. MOMOSE, A. KOMIYAMA and M. MAKUUCHI (1995): Calculation of child and adult standard liver volume for liver transplantation. *Hepatology* 21, 1317-1321.

VAN BREE, H., V. JACOBS and P. VANDEKERCKHOVE (1989): Radiographic assessment of liver volume in dogs. *Am. J. Vet. Res.* 50, 1613-1615.

VAN HOOGMOED, L., J. R. SNYDER, G. ROBERTS and F. A. HARMON (1997): Unilateral nephrectomy in a juvenile llama. *Vet. Surg.* 26, 497-501.

VAN HOOGMOED, L., G. ROBERTS, J. R. SNYDER, T. YARBROUGH and F. A. HARMON (1998): Use of computed tomography to evaluate the intestinal tract of adult llamas. *Vet. Radiol. Ultrasound* 39, 117-122.

VAUPEL, P. (2000): Funktionen des Magen-Darm-Traktes. In: *Physiologie des Menschen*. 28. Aufl., Hrsg. R. F. Schmidt, G. Thews, F. Lang. Springer Verlag, Berlin, 828-829.

VIGNOLI, M. and J. SAUNDERS (2011): Gastrointestinal tract. In: Veterinary Computed Tomography. 1st edn., Eds. T. Schwarz, J. Saunders. Wiley Blackwell, West Sussex, 325-380.

VOORHOUT, G. (1990): X-ray-computed tomography, nephrotomography, and ultrasonography of the adrenal glands of healthy dogs. *Am. J. Vet. Res.* 51, 625-631.

VOORHOUT, G., A. RIJNBEEK, B. E. SJOLLEMA and T. S. VAN DEN INGH (1990): Nephrotomography and ultrasonography for the localization of hyperfunctioning adrenocortical tumors in dogs. *Am. J. Vet. Res.* 51, 1280-1285.

WARNER, R. G., W. P. FLATT and J. K. LOOSLI (1956): Dietary factors influencing the development of the ruminant stomach. *Agric. Food Chem.* 4, 788-792.

WATSON, R. H. and I. G. JARRETT (1941): Studies on Deglutition in sheep: a resume of observations on the influence of copper salts on the course taken by liquids into the stomach of the sheep. *Aust. Vet. J.* 17, 137-142.

WATSON, E., M. B. MAHAFFEY, W. CROWELL, B. A. SELCER, D. D. MORRIS and L. SEGINK (1994): Ultrasonography of the umbilical structures in clinically normal calves. *Am. J. Vet. Res.* 55, 773-780.

WIESEN E. J., J. R. CRASS, E. M. BELLON, G. G. ASHMEAD and A. M. COHEN (1991): Improvement in CT pelvimetry. *Radiol.* 178, 259-62.

YAMAZOE, K., F. OHASHI, T. KADOSAWA, R. NISHIMURA, N. SASAKI and A. TAKEUCHI (1994): Computed tomography of renal masses in dogs and cats. *J. Vet. Med. Sci.* 56, 813-816.

ZABIELSKI, R., M. M. GODLEWSKI and P. GUILLOTEAU (2008): Control of development of gastrointestinal system in neonates. *J. Phys. Pharm.* 59, 35-54.

ZÖGgeler, E., A. PROBST, M. C. SORA und H. E. KÖNIG (2002): Plastinierte Körperfeinschnitte als neues Hilfsmittel zur Darstellung der Schnittbildanatomie der Bauch- und Beckenhöhle des Hundes. *Wien. Tierärztl. Mschr.* 89, 225-121.

ZWINGENBERGER, A. L. and T. SCHWARZ (2004): Dual-Phase CT angiography of the normal canine portal and hepatic vasculature. *Vet. Radiol. Ultrasound* 45, 117-124.

## **9. Danksagung**

An dieser Stelle möchte ich allen, die zur Entstehung dieser Arbeit beigetragen haben, ganz herzlich danken, insbesondere

Herrn Prof. Dr. Dr. h. c. U. Braun für die Überlassung des Themas, die Hilfe bei der Vorbereitung des Vortrags, die Organisation des Gesamtprojekts und die zu jeder Zeit gewährte Unterstützung und Betreuung.

Frau PD Dr. S. Ohlerth für die Übernahme der Co-Leitung, des Korreferats, die radiologische Befundung der Kälber, die statistische Auswertung und die stets gewährte Hilfe und Betreuung zu jedem Zeitpunkt.

Herrn Prof. Dr. H. Augsburg für die Übernahme der anatomischen Korrekturen.

Herrn Prof. Dr. H. Lutz und den Mitarbeiterinnen des Veterinärmedizinischen Labors für die Ausführung der Laboruntersuchungen.

Frau Prof. Dr. R. Bettschart-Wolfensberger und ihren Mitarbeiterinnen für die Durchführung der Anästhesien während der CT-Untersuchung.

Herrn Prof. Dr. M. Hässig für die Hilfe bei den statistischen Auswertungen.

Den Technikern der Abteilung für Bildgebende Diagnostik für die Durchführung der CT-Untersuchungen.

Herrn U. Müller und Frau K. Süss für die anatomische Schnittpräparation und die stets gewährte freundliche Unterstützung.

Herrn Prof. Dr. A. Pospischil und seinem Institut für die pathologisch-anatomische Untersuchung der Kälber.

Frau D. Betancourt für die Fotografie der Gefrierschnitte und die stets gewährte freundliche Unterstützung.

Frau J. Peter und M. Aeschlimann für die digitale Bearbeitung und Beschriftung des Bildatlas.

Meiner Kollegin Sonka Krüger für die gemeinsame Betreuung der Kälber und meinem Kollegen Max Abé für die gemeinsame Durchführung der CT-Untersuchungen und der anatomischen Schnittpräparation.

Herrn Adrian Schweizer für seinen grossen Einsatz bei den Volumenmessungen und der Mithilfe bei der Gefrierschnitttherstellung.

Frau Dr. Simone Bertschi-Reichle und Frau Dr. Julia Ritz und meiner Mutter für die Durchsicht meiner Dissertation.

Den Tierpflegerinnen und Tierpfleger des Departements für Nutztiere für die optimale und liebevolle Betreuung der Kälber.

Den Kälbern für ihre Geduld und die stets erfreulichen Begegnungen.

Meinen Teamkollegen aus der Nutztiermedizin und der -chirurgie für ihre Flexibilität, ihr Interesse, ihre wertvollen Tipps und Aufmunterungen.

Meiner Familie, meinen Freunden und Cornelia Egloff für ihre Unterstützung, die ermutigenden Worte und ihren Glauben an mich.

Raimo Waldvogel für seine Liebe.



## 10. Lebenslauf

Charlotte Schnetzler

Geboren am 20.8.1982 in Zürich, Schweiz

1989-1998	Grundschule Zürich
1998-2002	Gymnasium mit musikischem Profil an der Kantonsschule Stadelhofen, Zürich
2002	Maturität
2002-2008	Studium der Veterinärmedizin an der Vetsuisse-Fakultät Zürich
Oktober 2008	Staatsexamen
Seit Juli 2009	Assistentztierärztin und Doktorandin an der Klinik für Wiederkäuer der Vetsuisse-Fakultät der Universität Zürich, Abteilung Nutztiermedizin
Seit Dezember 2011	Assistentztierärztin an der Klinik für Wiederkäuer der Vetsuisse-Fakultät Zürich, Abteilung Nutztierchirurgie.